10

Geïllustreerd begrippenlexicon van de elektronica

A

A In de universele Europese notatie voor halfgeleiders staat A, als eerste letter gebruikt, voor germanium als grondstof voor de halfgeleider en als tweede letter gebruikt voor signaaldiode. Voorbeelden: een AC128 is een germanium transistor, een BA113 een signaaldiode.

A Afkorting van de eenheid van elektrische stroom, de Ampère, zie aldaar.

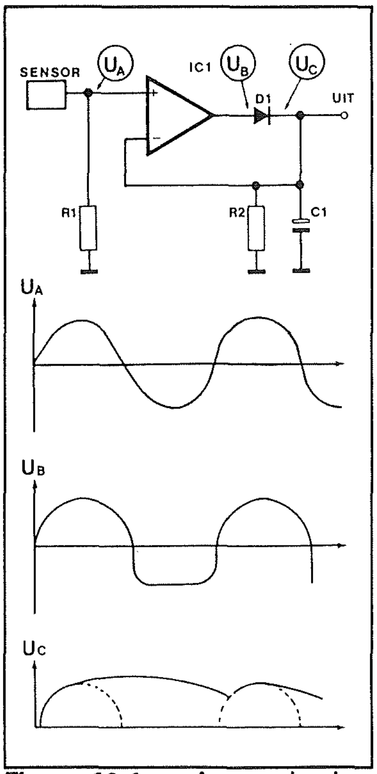
A Symbool waarmee de "versterking" van een bepaalde analoge schakeling wordt aangegeven.

Aanpassing Is het zo aansluiten van een belasting op een wisselspanningsbron, dat er een optimaal resultaat wordt verkregen. Dat optimaal resultaat hangt af van het soort apparatuur dat men met elkaar wil verbinden. Zo moet een FM-tuner aangepast worden op maximale energie-overdracht, dat wil zeggen zo groot mogelijk signaal aan de antenne-ingang van de tuner, een magnetodynamisch element daarentegen moet zo aan een versterker worden aangepast, dat er een juiste frequentiekarakteristiek ontstaat. Een eindversterker moet aan een luidspreker worden aangepast voor maximale energie-overdracht.

Aanpassingsimpedantie Is een impedantie (een wisselstroomweerstand) die een juiste aanpassing verzekert. Als men in de gebruiksaanwijzing van een CD-speler leest, dat de aanpassingsimpedantie van het apparaat 47 kΩ is, dan wil dat zeggen dat men dit apparaat moet aansluiten op een voorversterker, die een ingangsimpedantie van 47 kΩ heeft. Alleen dan zal de CD-speler maximaal zijn aangepast aan de voorversterker.

Aanspreekspanning Is de laagste spanning, waarop een relais nog reageert door het sluiten van de contacten.

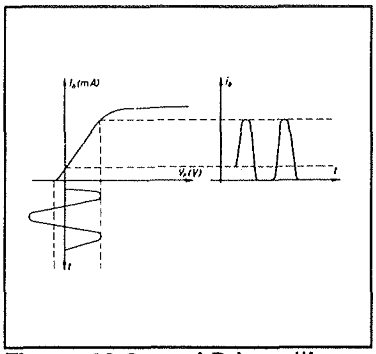
Aanraakschakelaar Is een elektronische schakelaar, die wordt "gesloten" door de schakelaar met de top van de vinger aan te raken. Er bestaan twee systemen. Bij het eerste systeem bestaat het aanraakvlak uit twee geëtste elektroden, die op een afstand van 1 mm van elkaar liggen. Door het aanraken van deze contacten zal de weerstand ertussen kleiner worden, waarop een elektronische schakeling reageert. Bij het tweede systeem bestaat het contact uit slechts één elektrode, zie figuur 10-1. Bij het aanraken hiervan zal er in die elektrode een kleine wisselspanning worden geïnduceerd als gevolg van het elektrische stoorveld dat in het menselijk lichaam aanwezig is. Dit stoorveld ontstaat doordat in de moderne leefomgeving overal het 50 Hz elektromagnetisch veld van de netspanning aanwezig is. Deze kleine spanning kan dan verder worden versterkt. Aanraakschakelaars hebben als voordeel dat zij geen bewegende delen hebben, maar wel gevoelig zijn voor storingen, zoals vervuiling (systeem 1) en stoorspanningen in de atmosfeer (systeem 2).



Figuur 10-1: Aanraakschakelaar.

Aarding Het verbinden van elektronische apparatuur of een bepaald punt van een schakeling net het referentie spanningsniveau van de aarde. Door het aarden van elektrische apparatuur wordt voorkomen dat delen ervan, bijvoorbeeld een metalen behuizing, op spanningen komen te staan die levensgevaarlijk zijn. Er kan nooit spanningsverschil optreden tussen de aarde waarop het menselijk lichaam staat en geaarde punten van een schakeling. Een goede aarding is dus een noodzakelijke beveiliging voor mens en apparaat.

AB-instelling Is een schakelwijze van voornamelijk eindversterkers in geluidsweergave apparatuur, waarbij er door die versterker niet gedurende de volledige periode van het ingangssignaal stroom vloeit. Er zal slechts stroom lopen gedurende de positieve alternantie en gedurende een deel van de negatieve alternantie. In figuur 10-2 is dit weergegeven voor een transistorversterkertrap. Het punt P noemt men het instelpunt van de versterkertrap.



Figuur 10-2: AB-instelling.

ABC Afkorting van "automatic bias control", een systeem waarmee men de instelspanning van een transistor automatisch opwekt als gevolg van de speciale aard van de schakeling. Wordt vaak toegepast bij het instellen van FET-trappen.

Aberation Engels, betekent afwijking, bijvoorbeeld de afwijking tussen de reële weergavekarakteristiek van een versterker en de ideale.

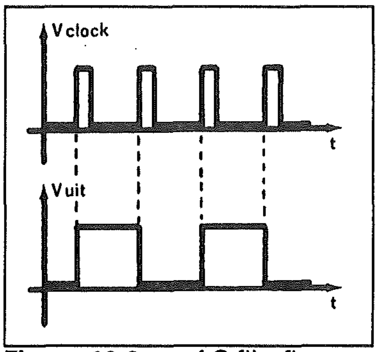
Absoluut eenhedensysteem Het eenhedensysteem waarbij de vier fundamentele grootheden der natuur als volgt worden gedefinieerd: massa in kilogram (kg), lengte in meter (m), tijd in seconde (s) en elektrische lading in coulomb (q). Alle andere eenheden kunnen worden uitgedrukt als een verhouding tussen deze vier absolute eenheden. Zo kan men de eenheid van elektrische spanning, de Volt, ook uitdrukken als $kg.m^2/q.s^2$. Dit systeem wordt ook het MKS-systeem genoemd.

Absorptiekring Is een netwerk, meestal opgebouwd uit enige condensatoren en spoelen, dat tot taak heeft bepaalde storende frequenties uit een signaal te verwijderen. Een absorptiekring wordt bijvoorbeeld gebruikt voor het uitfilteren van de 19 kHz piloottoon uit de uitgangsspanning van een stereo FM-tuner. Dit signaal kan namelijk een hinderlijke fluittoon veroorzaken, als men het stereosignaal van de tuner wil opnemen op band.

AC Engels, staat voor "alternating current", wisselstroom. Is de internationaal gebruikte afkorting voor wisselspanning of -stroom.

Access time Engels voor toegangstijd. Is de tijd die een computer nodig heeft voor het verplaatsen van digitale gegevens van zijn geheugen naar zijn rekeneenheid.

AC flip-flop Is een schakeling met twee stabiele toestanden: de uitgang heeft wel spanning of de uitgang heeft geen spanning. De schakeling springt van de ene naar de andere toestand op commando van de voorflank of de achterflank van een puls, meestal klokpuls genoemd. In figuur 10-3 is de uitgangsspanning van zo'n schakeling getekend, die reageert op de voorflank van een puls. Dit soort schakelingen wordt gekenmerkt door de maximale duur van de voor- of de achterflank, waarop de schakeling nog storingsvrij reageert. Uit de figuur volgt duidelijk, dat deze flip-flop schakeling te gebruiken is als frequentie-deler. De puls op de uitgang heeft de halve frequentie van de puls op de klokingang.



Figuur 10-3: AC flip-flop.

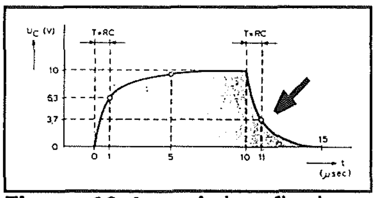
Accumulator Een register, waarin de processor van een computer berekeningen en logische bewerkingen uitvoert.

Accumulator Een onderdeel dat gebruikt wordt voor het tijdelijk opslaan van elektrische energie. De meest bekende accumulator is de lood-accu, die in iedere auto wordt gebruikt voor het voeden van het elektrisch systeem.

Accuracy Engels voor nauwkeurigheid, wordt gebruikt om de nauwkeurigheid van elektrische onderdelen en systemen weer te geven. Een digitale voltmeter met een accuracy van 0,01 % die een spanning van exact 10,000 V meet, zal

een aflezing mogen hebben die ergens ligt tussen 9,999 V en 10,001 V.

Achterflank Is een deel van een puls, zie figuur 10-4. Een puls is het plotseling ontstaan van spanning en het even plotseling weer verdwijnen van die spanning. Dat verdwijnen van de spanning noemt men de achterflank van de puls. Hoe steiler de achterflank, dat wil zeggen hoe minder tijd de puls er over doet om te verdwijnen, hoe beter de kwaliteit van de puls.



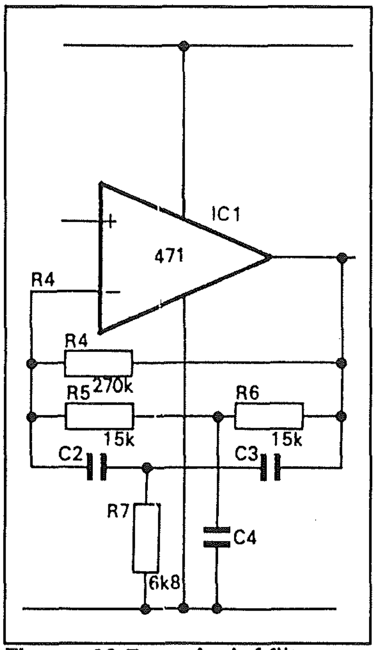
Figuur 10-4: Achterflank.

ACIA Afkorting van "asynchronous communications interface adaptor". Een schakeling die op de bus van een computer kan worden aangesloten en die alle noodzakelijke signalen genereert voor het aansturen van een modem.

Acoustiek De wetenschap die zich bezig houdt met geluid en alles dat hiermee te maken heeft.

Acoustisch filter Een filter dat bepaalde frequenties uit een signaal kan verwijderen door gebruik te maken van de eigenschap dat acoustische golven zich over het oppervlak van speciale materialen voortplanten. Worden ook oppervlakte golven filters of SAW's genoemd, de afkorting van "Surface Acoustic Waves".

Actief filter Een filter, waarbij de filtereigenschappen in eerste instantie worden bepaald door een passief netwerk, maar in even belangrijke mate door een actief onderdeel, zoals een versterker. De filtereigenschappen ontstaan doordat het passief netwerk wordt opgenomen in de terugkoppeling van het actief onderdeel. In figuur 10-5 is als voorbeeld een actief banddoorlaat filter getekend met een dubbel T-filter als passief element en een operationele versterker als actief element.

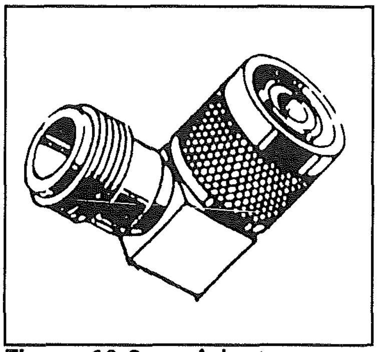


Figuur 10-5: Actief filter.

Actieve schakelingen Zijn schakelingen, die gebruik maken van transistoren, thyristoren, triac's, tunneldioden of buizen. De voornaamste eigenschap van actieve schakelingen is dat zij het signaal aan de ingang op een of andere manier bewerken, zoals versterken, omvormen of gelijkrichten.

Adapter Is een mechanisch hulpstuk, waarmee een soort stekker verbonden kan worden met een ander soort (figuur 10-6).

Adapter Een voeding voor een elektronisch apparaat, die echter niet in de behuizing van het apparaat is opgenomen, bijvoorbeeld een netsteker voeding.



Figuur 10-6: Adapter.

ADC Engels, staat voor "analog to digital converter". Is een schakeling, die een analoog signaal (bijvoorbeeld de uitgangsspanning van een microfoon) omzet in een aantal pulsen. Dat aantal is evenredig met de grootte van die analoge spanning. Een ADC wordt gekenmerkt door de omzettingsfactor. Dit getal geeft aan met hoeveel pulsen aan de uitgang 1 V aan de ingang overeenkomt. Een ADC met een omzettingsfactor van 100 Hz/V zal dus voor iedere volt aan de ingang 100 pulsen opwekken. Een ingangsspanning van 1,23 V zal dus 123 pulsen aan de uitgang tot gevolg hebben. Een ADC is het hart van iedere digitale voltmeter. Als men het aantal pulsen dat aan de uitgang van de ADC verschijnt zichtbaar maakt op indicatoren, na ze eerst geteld te hebben, dan geven deze indicatoren de ingangsspanning van de ADC weer onder de vorm van een getal.

Adder Engels voor opteller. Is een digitale schakeling, die twee digitale getallen kan optellen. Men heeft verschillende soorten adders. Een half-adder berekent wel de som van twee digitale getallen, maar levert

A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z

geen overlooppuls, noch houdt rekening met de overlooppuls van een vorige adder. Een full-adder doet dit wel.

Additieve menging Is het mengen van verschillende spanningen zodanig dat de spanning, die het resultaat is van die menging, op ieder willekeurig moment een grootte heeft die evenredig is met de som van de groottes van de te mengen spanningen. Een typisch voorbeeld van een additieve menger is een microfoonmixer, die de signalen van verschillende microfoons gewoon optelt.

Address Engels voor adres. Een address is de plaats in het geheugen van een computer, waar een welbepaalde informatie bewaard wordt. Ieder address heeft een code. Door het invoeren van deze code in een programma kan men die informatie uit het geheugen halen of er nieuwe instoppen.

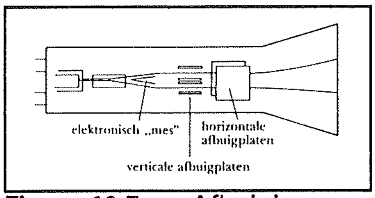
Adjustment Engels voor instelling of afregeling.

Admittantie Grootheid die het verband geeft tussen de wisselstroom die door een belasting vloeit en de wisselspanning die over de belasting staat. De admittantie is dus het omgekeerde van de impedantie. De eenheid van admittantie is de Siemens, het symbool Y.

AF Is de afkorting van audiofrequent. Met deze term worden die frequenties bedoeld, die hoorbaar zijn voor het menselijk gehoor. Het AF-gebied loopt van 20 Hz tot 20 kHz, al zullen er in deze lawaaierige tijd mensen zijn, die niet tot deze bovenste grens waarnemen. De bovenste grens van het gehoor wordt namelijk beïnvloed door het te lang bloot staan aan te hoge geluidsniveau's, naast de natuurlijke beïnvloeding door het ouder worden.

AF-schakelingen Zijn schakelingen, die signalen met frequenties in het hoorbare gebied verwerken. Een Hi-Fi versterker is dus een typisch voorbeeldje van een AF-apparaat.

Afbuiging Is het van richting doen veranderen van een straal elektronen, onder invloed van een magnetisch of elektrisch veld. De eerste soort afbuiging noemt men elektromagnetische, de tweede elektrostatische. De elektrostatische wordt toegepast in de beeldbuis van een oscilloscoop, waar het afbuigen gebeurt door de elektronenstraal te leiden tussen een stel platen, waarop een vrij hoge afbuigspanning komt te staan, zie figuur 10-7. De negatief geladen elektronen zullen aangetrokken worden door de positieve spanning op de ene en afgestoten door de negatieve spanning op de andere plaat. De elektromagnetische afbuiging wordt toegepast in iedere televisie-ontvanger. Rond de hals van de beeldbuis zijn twee spoelen gewikkeld, waardoor men grote afbuigstromen laat vloeien. Het magnetische veld dat hiervan het gevolg is, zal de elektronenstraal naar ieder gewenst punt van het scherm sturen.



Figuur 10-7: Afbuiging.

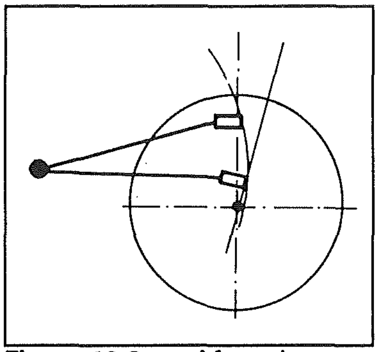
AFC Engels, staat voor "automatic frequency control". Is een schakeling, die ervoor zorgt dat een FM-ontvanger op de ingestelde zender afgestemd blijft, ook al varieert de temperatuur of de netspanning. AFC is een vorm van terugkoppeling. Als de ontvanger van de gekozen zender zou afdwalen, dan ontstaat ergens in de schakeling een spanning, die de AFC stuurt. Deze schakeling beïnvloedt de afstemmer dan zo, dat die spanning gelijk wordt aan nul en de tuner dus terug op de zender afgestemd wordt.

Afscherming Is een techniek, waarmee wordt voorkomen dat een signaal beïnvloed wordt door ongewenste magnetische of elektrische velden. De bekendste vorm van afscherming is natuurlijk het gebruik van afgeschermde draad voor het verbinden van bijvoorbeeld een microfoon met de ingang van een versterker. Hier is het ongewenste signaal het overal aanwezige 50 Hz elektrische veld van de netspanning. Ieder elektrisch veld heeft de eigenschap in een geleider een kleine spanning op te wekken. Door de afschermkous rond de geleider wordt voorkomen dat die spanning in de signaalvoerende draad terecht komt. Deze spanning ontstaat wel in de afscherming, maar wordt dan afgevoerd naar massa.

Afspeelvervorming Treedt op bij het afspelen van platen, als gevolg van het feit dat de naald van het element een cirkelboog beschrijft op de plaat, terwijl de plaat gesneden is met een naald, die een rechte lijn beschrijft over het oppervlak van de plaat (figuur 10-8). Vandaar dat men in de erg dure platenspelers een zogenaamde radiale arm gebruikte, een arm die ook een rechte lijn beschrijft tijdens het aftasten van de plaat.

Afstandsbediening Het op afstand, meestal draadloos, bedienen van een of ander appa-

raat. Vrijwel algemeen in gebruik voor het bedienen van de primaire functies van TV, tuner, CD-speler en videorecorder. De meeste afstandsbedieningen werken met infrarood licht, dat door een aantal infrarode LED's wordt uitgezonden. Er zijn diverse coderingen in omloop, een poging om het zeer krachtige RC-5 systeem van Philips als universele standaard ingevoerd te krijgen is mislukt.



Figuur 10-8: Afspeelvervorming.

Afstemkring Is een passieve kring, dus zonder IC's of transistoren, meestal opgebouwd uit een condensator en een spoel, die tot taak heeft het selecteren van een welbepaald signaal uit een aantal signalen. Dit selecteren gebeurt door het variëren van de waarde van de spoel of de condensator.

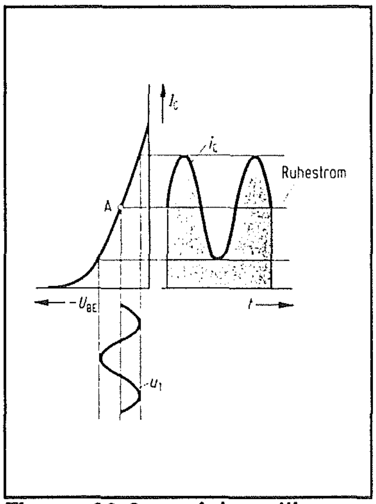
Aftasten is het lijn na lijn opnemen of weergeven van een beeld. Het beeld op de buis van een TV is een typisch voorbeeld van een afgetast beeld. Over het scherm loopt razendsnel een lichtpuntje met variërende intensiteit heen en weer, dat 25 keer per sekonde 625 lijnen onder elkaar op het scherm schrijft. Door de traagheid van het oog lijkt het net, of er een beeld op het scherm staat, terwijl er dus in realiteit enkel een lichtvlekje aanwezig is!

Afvlakcondensator Is een condensator die tot taak heeft het verminderen van de grootte van een op een gelijkspanning aanwezige wisselspanning. De werking berust op het gegeven dat een condensator voor gelijkstroom een oneindige en voor wisselstroom een eindige weerstand heeft. De wisselstroomweerstand (impedantie) van een condensator is afhankelijk van de waarde van het onderdeel, maar ook van de grootte van de frequentie van de wisselspanning. Hoe hoger de frequentie, hoe lager de weerstand van de condensator. De condensator moet zo gekozen worden dat de wisselstroomweerstand van het onderdeel voor de uit te filteren wisselspanning zo goed als nul is.

AGC Engels, staat voor "automatic gain control". Is een schakeling die ervoor zorgt dat de uitgangsspanning van een middengolf radio of een televisie constant blijft, hoe groot of hoe klein het antenne-signaal van de ontvangen zender ook is. Als een sterke zender ontvangen wordt, dan zal de AGC de versterking van de radio of televisie verminderen, zodat de schakelingen niet overstuurd worden. Als de zender zeer zwak is, dan regelt de AGC de ontvanger zodanig dat de versterking groot wordt en dus toch een fors uitgangssignaal ontstaat.

Ah Is het symbool voor ampère-uur, wat de eenheid is voor de sterkte van een accu. Een accu met een kapaciteit van 40 Ah kan gedurende 40 uur een stroom van 1 A leveren alvorens hij moet bijgeladen worden. Het aantal Ah is ook een maat voor de maximaal toegestane laadstroom van de accu. Vuistregel is, dat de laadstroom nooit groter mag worden dan een tiende van het aantal Ah. Een accu van 40 Ah mag dus opgeladen worden met een stroom van 4 A.

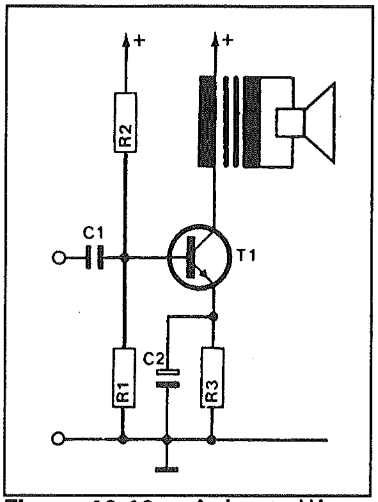
A-instelling Is een schakelwijze van voornamelijk eindversterkers, waarbij er gedurende de volledige periode van het ingangssignaal stroom door de eindtransistor vloeit. Hoewel deze methode in feite in iedere voorversterkertrap wordt gebruikt, slaat de term A-instelling voornamelijk op het gebruik bij eindversterkers. In figuur 10-9 is de basisstroom/collectorstroom karakteristiek van een transistor getekend, met daarin het stroomverloop.



Figuur 10-9: A-instelling.

Deze instelling wordt niet vaak meer toegepast; een typisch voorbeeldje is getekend in figuur 10-10. Door de basisinstelling via de weerstandsdeler R1/R2 wordt er voor gezorgd dat er altijd een bepaalde vrij grote ruststroom door de collector vloeit. Het wisselspanningssignaal wordt op de basisspanning gemoduleerd, en

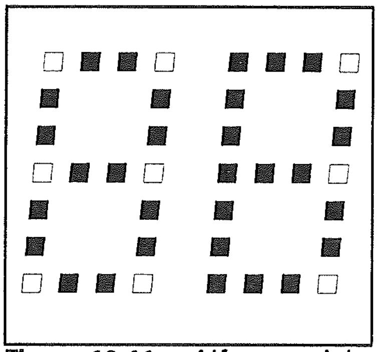
zorgt voor de modulatie van de collectorstroom.



Figuur 10-10: A-instelling, voorbeeld.

Alfa Griekse letter α. Is de stroomversterking tussen collector en emitter van een transistor. Alfa is dus het resultaat van de deling van de collectorstroom door de emitterstroom. De waarde van α ligt bij de meeste transistoren tussen 0,95 en 0,995. Hoe meer α het cijfer 1 benadert, hoe groter de stroomversterking van de transistor.

Alfanumerieke uitlezing Is een techniek, waarmee het mogelijk is letters en cijfers elektronisch weer te geven. De letters en cijfers worden bij dit systeem gevormd door het laten oplichten van bepaalde combinaties van lampjes of LED's. 35 van deze lichtpunten zijn in een rechthoek geplaatst, vijf kolommen met ieder zeven lichtpunten, zie figuur 10-11. Door de juiste lichtpunten te laten branden kunnen alle cijfers en letters en bovendien nog een heleboel tekens weergegeven worden. Dit systeem wordt bijvoorbeeld gebruikt bij sportevenementen voor het weergeven van de resultaten en bij lichtkranten.



Figuur 10-11: Alfanumerieke uitlezing.

ALGOL Engels, staat voor "algebraic oriented language". Is een internationaal aanvaarde computertaal, waarmee ingewikkelde processen in een eenvoudige standaardvorm aan een computer aangeboden kunnen worden, ter verwerking en berekening.

Algorithme Een stap na stap procedure, die gevolg wordt voor het oplossen van een bepaald probleem.

Alkaline cel Een batterij waarvan de negatieve pool is opgebouwd uit zink, gemengd met potassiumhydroxide (alkaline). De positieve pool bestaat uit een polarisator die in contact staat met de metalen behuizing van de cel. De cel levert een spanning van 1,5 V.

Alloy Een halgeleidende overgang die ontstaat door het basismateriaal, zoals silicium of germanium, plaatselijk te mengen (doteren) met een geschikt materiaal zoals indium.

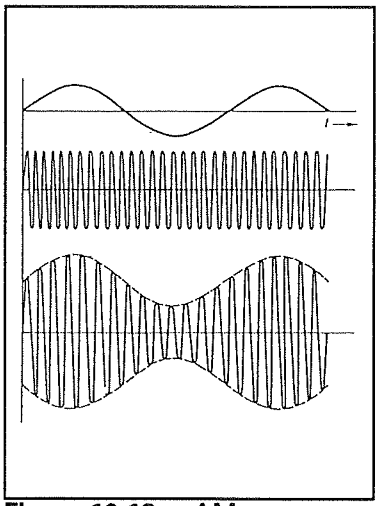
Alteration Engels voor demping of verzwakking.

ALU Afkorting van "arithmetic logic unit". Is de centrale rekeneenheid van een processor, waarin rekenkundige en logische bewerkingen worden uitgevoerd.

Aluminium Elementair metaal met als symbool Al, atoomnummer 13 en atoomgewicht 26,98. Aluminium wordt heel veel toegepast in de elektronische industrie, onder andere in chassisbouw, batterijen, elektrolytische condensatoren en halfgeleiders.

A/m Eenheid voor de magnetische veldsterkte, uitgedrukt in ampère per meter.

AM Staat voor amplitude modulatie. Is een techniek, waarbij een signaal getransporteerd wordt door de grootte (= amplitude) van een ander signaal op het ritme van dit eerste signaal te variëren. Dit tweede signaal, de draaggolf, heeft een veel hogere frequentie dan het te transporteren signaal. In figuur 10-12 is een in amplitude gemoduleerd signaal te zien. De bekendste toepassing van AM is uiteraard de middengolfband van de radio, waar de uitgezonden signalen amplitude gemoduleerd zijn op de draaggolf.



Figuur 10-12: AM.

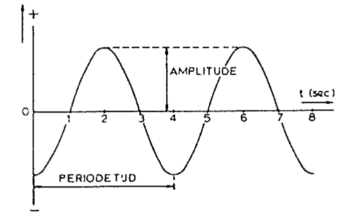
Amateurband Een reeks van negen frequentiebanden tussen 1,8 MHz en 450 MHz, die bedoeld zijn voor niet-commerciële communicatie tussen ra-

dio-amateurs die van de overheid een vergunning hebben gekregen.

Ampère Is de eenheid van elektrische stroom. De afkorting is A, de meest gebruikte praktische waarden zijn de milliampère (mA), gelijk aan een duizendste ampère en de micro-ampère (μA), gelijk aan een miljoenste ampère. Als er door een draad een stroom van 1 ampère vloeit, dan wil dat zeggen dat er per sekonde door die draad niet minder dan 0,2 x 10^{18} elektronen vloeien! Niet wiskundig geschreven ziet dit getal er als volgt uit: 6.200.000.000.000.000.000!

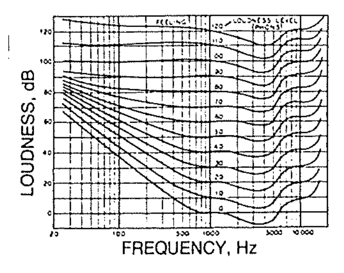
Amplifier Engels voor versterker. Is iedere schakeling, die in staat is de grootte of het vermogen van een signaal te versterken. In een blokschema wordt een versterker steeds voorgesteld door een driehoekje.

Amplitude Is de maximale waarde, gemeten van de nulas, die een spanning kan bereiken. In figuur 10-13 is de amplitude van een sinusspanning weergegeven door een pijl. Ook de spanningsgrootte van een puls noemt men de amplitude. Een puls met een amplitude van 5 V is dus een puls, die voortdurend omschakelt tussen 0 V en 5 V.



Figuur 10-13: Amplitude.

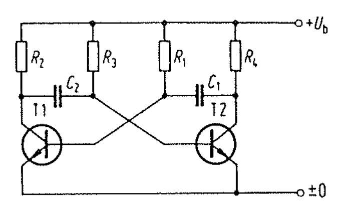
Amplitude-frequentie karakteristiek Is een grafiek, die het verband aangeeft tussen de frequentie van een aan een apparaat aangeboden signaal en de grootte van dit signaal aan de uitgang van dit apparaat. Deze karakteristiek vertelt dus of het apparaat, stel een geluidsversterker, alle frequenties wel in dezelfde mate versterkt en zoniet, hoeveel bepaalde frequenties versterkt of verzwakt worden. In figuur 10-14 is de AFK getekend van het menselijk gehoor.



Figuur 10-14: Amplitude-frequentie karakteristiek.

AMV Afkorting van "astabiele multivibrator". Is een schakeling samengesteld uit twee kruiselings gekoppelde transistortrappen, zie figuur 10-15, die een vierkantsgolf opwekt op de twee collectoren. Dit signaal ontstaat doordat de twee transistoren elkaar afwisselend in geleiding en in sper sturen door de twee RC-netwerken die van de collector van de ene naar de basis van de andere transistor zijn geschakeld.

Analoge computer Is een rekenapparaat waarmee allerlei natuurkundige processen gesimuleerd kunnen worden door het opbouwen van een analoge schakeling, die net zo reageert op veranderingen in de ingangsspanning als het natuurkundig proces op veranderingen aan zijn ingang. Iedere natuurkundige grootheid zoals massa, traagheid, snelheid, kan voorgesteld worden door een elektrische grootheid, die aan gelijksoortig wetten gehoorzaamt. De formules uit de natuurkunde kunnen op hun beurt voorgesteld worden door elektronische schakelingen. Door een geschikte combinatie van elektronische schakelingen kan men dus iedere natuurkundige-wiskundige formule voorstellen. Als men dan aan de ingangen van deze schakelingen spanningen legt van bepaalde groottes, dan zal de uitgang van de analoge computer een spanningsverloop kennen dat evenredig varieert met het door formules omschreven fysische proces. Veranderingen in fysische grootheden kunnen in de computer ingevoerd worden door het variëren van de grootte van de onderdelen in de verschillende schakelingen.



Figuur 10-15: AMV.

Analoge schakelingen Zijn schakelingen, waarbij de spanningen op alle punten van de schakeling alle mogelijke waarden kunnen hebben tussen een bepaalde minimale

waarde en een bepaalde maximale waarde. Typische voorbeelden van analoge schakelingen zijn versterkers en modulatoren.

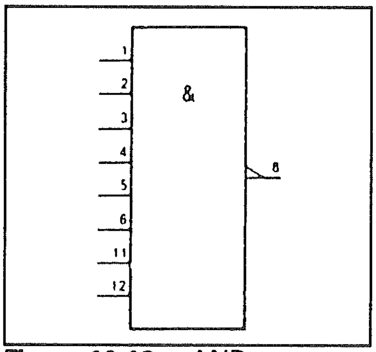
Analoog meetinstrument Is een elektronisch meetinstrument, waarbij de waarde van de gemeten grootheid wordt aangegeven door middel van een naald, die over een geijkte schaal glijdt. De waarde van de gemeten grootheid kan dan afgelezen worden, door te kijken boven welk schaaldeel de naald stil staat. Een ouderwetse universeelmeter is een typisch voorbeeld van een analoog meetinstrument. Het tegengestelde van analoge meters zijn de digitale, waarbij het meetresultaat rechtstreeks door middel van cijfers op een indicator wordt weergegeven.

Analoog signaal Is een signaal, dat alle mogelijke waarden tussen een bepaald minimum en een bepaald maximum kan hebben. Een sinus is een schoolvoorbeeld van een analoog signaal. Het tegengestelde van een analoog signaal is een digitaal signaal, waar slechts twee spanningswaarden, namelijk nul en maximum, in voorkomen.

Analoog naar digitaal omvormer Schakeling die analoge signalen omvormt in digitale code's, waarvan het binaire "gewicht" recht evenredig is met de grootte van de analoge ingangsspanning.

Analyser Een meetinstrument dat de samenstelling van een signaal onderzoekt wat betreft frequentie, vervorming of amplitudeverloop.

AND-gate Engels voor EN-poort. Is een digitale schakeling met één uitgang en verschillende ingangen. De spanning op de uitgang zal dan slechts aanwezig zijn, als alle ingangen signaal voeren. Als een of meer van de ingangen nul wordt, dan wordt ook de uitgang nul. Het symbool van de AND is voorgesteld in figuur 10-16.



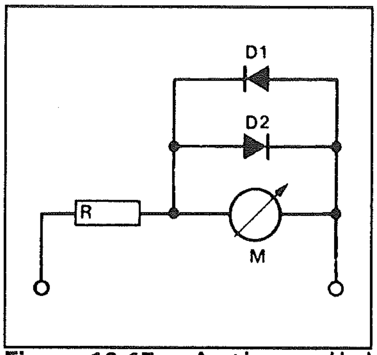
Figuur 10-16: AND-gate.

Ångstrom Is een lengte-eenheid, waarmee de golflengte van licht- en andere golven wordt aangegeven. Een ångstrom is het honderd miljoenste deel van een centimeter.

Anode In het algemeen een positieve aansluiting van een onderdeel. Bij een diode wordt de anode voorgesteld door een klein zwart driehoekje. Als de anode positief is, dan zal de diode geleiden.

Antenne Is een onderdeel dat elektromagnetische straling kan uitzenden of ontvangen. De afmetingen en de vorm van een antenne wordt bepaald door het frequentiebereik waarvoor de antenne ontwikkeld is. Als voornaamste eigenschappen van een antenne gelden de bandbreedte, de winst, de richtingsgevoeligheid en de afsluitimpedantie. De bandbreedte is het frequentiegebied, waarin de antenne werkzaam is. De winst geeft het aantal dB versterking ten opzichte van een eenvoudige dipoolantenne, opgesteld onder dezelfde voorwaarden. De richtingsgevoeligheid is de verhouding tussen het ontvangen signaal als de antenne in de richting van de zender is gericht en het ontvangen signaal als de antenne onder een hoek van 180 graden wordt verdraaid. De afsluitimpedantie is de waarde van de impedantie, waarmee de antenne belast moet worden om maximale energie af te geven. De waarde van de afsluitimpedantie ligt tussen 50 Ω en 240 Ω.

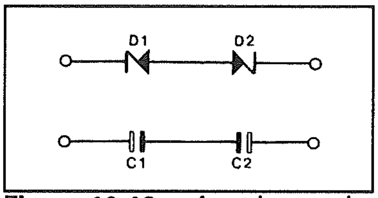
Anti-parallel schakeling Is een schakeling van twee dioden, waarvan de kathode van de ene verbonden is met de anode van de andere en vice versa. Deze schakeling zal een signaal kortsluiten als het groter of kleiner wordt dan de geleidingsspanning van de dioden. Wordt onder andere gebruikt voor de beveiliging van meetinstrumenten tegen overbelasting, zie figuur 10-17. Als de spanning tussen de klemmen van de meter te groot wordt, dan zal een van de dioden gaan geleiden en de grote stroom afvoeren, die anders de meter zou vernielen.



Figuur 10-17: Anti-parallel schakeling.

Anti-serie schakeling Is een schakeling van twee zenerdioden, waarbij de anoden met elkaar verbonden zijn en het signaal tussen de beide kathoden wordt aangelegd, zie figuur 10-18. Deze schakeling zal het signaal begrenzen op een

spanning gelijk aan + of - de zenerspanning plus 0,7 V. Twee elco's kunnen ook antiserie geschakeld worden, wat als voordeel heeft dat men over beide onderdelen een wisselspanning kan aansluiten. Deze laatste schakeling wordt onder andere gebruikt in scheidingsfilters in luidsprekerkasten, waarbij het totale geluidssignaal in verschillende banden gesplitst wordt, die ieder een eigen luidspreker sturen.



Figuur 10-18: Anti-serie schakeling.

APL Afkorting van "a programming language". Een programmeertaal voor wetenschappelijk/wiskundige problemen, waarbij de nadruk ligt op een interactieve benadering. Tussen systeem en programmeer ontstaat een dialoog om te komen tot een programma.

Array Engels voor opstelling. Een array is een geïntegreerde schakeling, waar een aantal gelijkwaardige onderdelen zoals transistoren of dioden zijn ondergebracht, zonder als geheel een bepaalde schakelfunctie te hebben. De schakelfunctie ontstaat door het opnemen van de verschillende onderdelen in een schema. Het voordeel van een array is, dat alle halfgeleiders uit één plaatje silicium zijn vervaardigd en op een minimale afstand van elkaar zitten. Alle onderdelen hebben dus dezelfde eigenschappen en dezelfde temperatuur, hetgeen voor sommige schakelingen een voordeel kan zijn.

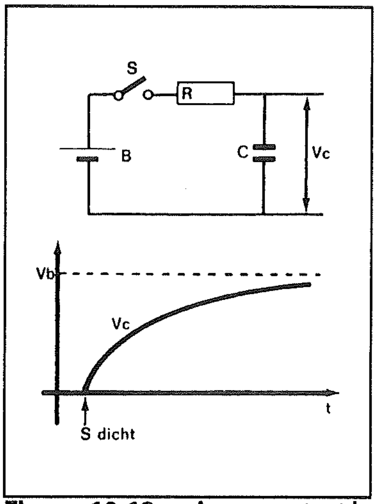
ASCII Afkorting van "American standard code for information interchange". Een zeven bit brede code voor het weergeven van letters, cijfers en karakters, die een standaard is in de computerwereld. De code heeft de mogelijkheid 128 karakters te definiëren. De eerste 32 tekens zijn niet als dusdanig beschikbaar, omdat zij zijn gereserveerd voor stuurcodes voor computers en randapparatuur.

Assembler Een programma dat specifieke machine-instructies, zogenoemde mnemonic's, omzet in binaire code, die door de processor uitgevoerd kan worden.

Astabiele multivibrator Is een schakeling, opgebouwd uit twee kruiselings gekoppelde transistortrappen, die een vierkantsgolf opwekt aan de uitgang. De vierkantsgolf op de collectoren ontstaat, doordat beide transistoren elkaar afwisselend in sper of geleiding sturen.

Astabiele schakeling Is een schakeling, die twee tijdelijk bestaande toestanden heeft. De uitgang van de schakeling schakelt voortdurend om tussen deze beide uitgangsspanningen. De schakeling is dus een soort oscillator, waarvan de frequentie van de uitgangsspanningen wordt bepaald door de waarde van de onderdelen in de schakeling. Het eenvoudigste voorbeeld van een astabiele schakeling is de AMV.

Asymptotische spanning Is een spanning die stijgt naar een maximum waarde, zonder deze waarde ooit te bereiken. Als men een condensator door middel van een weerstand oplaadt uit een batterij, dan zal de spanning over de condensator asymptotisch stijgen tot de batterijspanning, zie figuur 10-19. De belangrijkste eigenschap van een asymptotische spanning is dat de spanningstoename per tijdseenheid aanvankelijk zeer groot is, maar steeds kleiner en kleiner wordt.

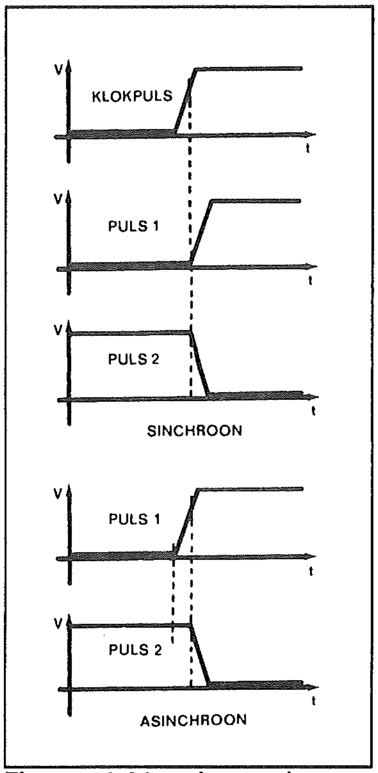


Figuur 10-19: Asymptotische spanning.

Asynchrone ingangen Zijn bij digitale schakelingen die ingangen, die de werking van de schakeling op ieder ogenblik kunnen beïnvloeden, en dus onafhankelijk zijn van een klokpuls. De meest bekende asynchrone ingangen zijn de RESET, de PRESET, de SET en de CLEAR.

Asynchrone schakeling Is een digitale schakeling waarbij de verschillende pulsen in de schakeling niet op hetzelfde ogenblik ontstaan of verdwijnen op commando van een klokpuls, maar waar de ene puls ontstaat door het weghalen van de vorige. Door de asynchrone werking ontstaan vertragingen tussen de verschillende pulsen, wat soms tot moeilijkheden kan leiden. In

figuur 10-20 worden drie pulsen vergeleken, die in het bovenste voorbeeld synchroon ontstaan en verdwijnen op bevel van een klokpuls en in het onderste voorbeeld uit elkaar voortvloeien.



Figuur 10-20: Asynchrone schakeling.

Asynchrone transmissie Verzending van gegevens, waarbij geen klokpuls noodzakelijk is voor het synchroniseren van zender en ontvanger. Het begin van iedere groep bits wordt aangegeven door een start-bit, waarop de ontvanger zich met de zender kan synchroniseren. Stop-bits zorgen voor de scheiding tussen de opeenvolgende data-pakketten.

AT-architectuur Een computerarchitectuur, die voor het eerst door IBM werd toegepast in zijn AT-PC's. Hart van het systeem is de AT-bus, waarlangs de schakelingen op het moederbord (processor, geheugen en DMA) kunnen communiceren met de perifere schakelingen.

Atoomklok Een klok die via een lange golf ontvanger is contact staat met de Europese tijdcode zender DCF77 in Frankfurt. De naam atoomklok is ontleend aan het feit dat deze tijdcode zender de tijd bepaald door beroep te doen op bepaalde subatmaire trillingen waarvan de frequentie uiterst stabiel is.

Attenuator Engels voor verzwakker. In principe is ieder apparaat, waarvan de uitgangsspanning kleiner is dan de ingangsspanning, een verzwakker. Met de term attenuator worden echter alleen die apparaten bedoeld, die het verzwakken tot taak hebben en bovendien een in dB geijkte schaal hebben.

Audio Term die in het algemeen duidt op iets dat te maken heeft met het be-of verwerken van geluid. Audio-schakelingen zijn dus schakelingen die gespecialiseerd zijn in het verwerken en versterken van signalen met frequenties tussen 20 Hz en 20 kHz.

Audio-generator Is een instrument, dat frequenties tussen 20 Hz en 20 kHz kan opwekken. Populair ook wel eens "toonfiets" genoemd. Wordt gebruikt bij het testen van versterkers en luidsprekers.

Automatische zenderkeuze Een in ontvangers toegepast systeem, waarbij de hoogfrequente schakelingen van de ontvanger zich automatisch instellen op een bepaalde zender. Het opzoeken van de zender kan gebeuren op maximale signaalsterkte of op een code die in het zendersignaal verborgen zit.

AUX-ingang Een ingang van laagfrequent versterkers, die gekarakteriseerd wordt door een hoge ingangsimpedantie en bedoeld is voor het versterken van signalen met een gemiddelde waarde van 100 mV.

AV-schakelingen Zijn schakelingen die zich bezig houden met het gecombineerd verwerken van geluid- en beeldsignalen. Een videorecorder is dus een typisch voorbeeld van een AV-schakeling.

Avalanche-diode Een bepaalde silicium-diode, die werkt volgens het principe van de avalanche-doorslag. De doorslagspanning van de diode zal in hoge mate onafhankelijk zijn van de stroom die door de diode vloeit. Een avalanche-diode kan dus gebruikt worden voor het stabiliseren van spanningen op de avalanche-waarde.

AVC Afkorting van "automatische volume controle". en systeem waarbij het uitgangsvolume van een schakeling door middel van een terugkoppeling volledig automatisch op een bepaalde gemiddelde waarde wordt ingesteld.

B

B In de universele Europese codering voor halfgeleiders staat B, als eerste letter gebruikt, voor silicium als materiaal waaruit de halfgeleider is opgebouwd en als tweede letter gebruikt voor diode met een variabele kapaciteit (afstemdiode of varicap). Voorbeelden: een BC107 is een silicium transistor, een BB103 is een siliciumdiode met variabele capaciteit.

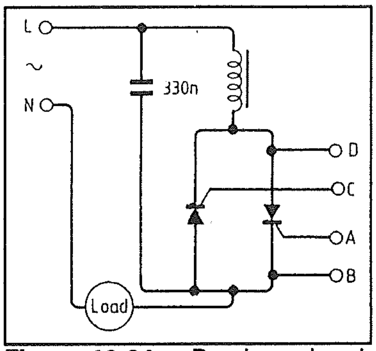
B5-snede Een bepaalde manier van het snijden van een piëzo-elektrisch kristalplaatje uit een natuurlijk kristal. Bij deze snede loopt de zaagsnede onder een bepaalde hoek ten opzichte van de Z-as van het kristal. Het voordeel van deze snede is dat de piëzo-elektrische plaatjes een zeer lage temperatuurscoëfficiënt hebben.

Background Engels voor achtergrond, wordt in de elektronica gebruikt in de letterlijke betekenis van het woord, zoals in background noise (achtergrondruis) en background job (een computerprogramma dat in de achtergrond draait, zoals een printerbuffer).

Backplane Bij LCD-display's de elektrode die de volledige achterkant van het display bedekt en waarop een van de spanningen wordt aangesloten voor het sturen van alle segmenten van het display.

Backscatter Het terugkaatsen van een gedeelte van de elektromagnetische straling die door een bron wordt uitgezonden in de richting van de bron.

Back-to-back schakeling Een schakeling waarbij twee gepoolde identieke onderdelen, bijvoorbeeld twee thyristoren, anti-parallel staan geschakeld, om zowel positieve als negatieve spanningen te kunnen verwerken, zie figuur 10-21.



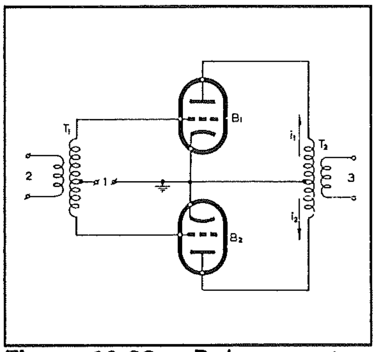
Figuur 10-21: Back-to-back schakeling.

Backup Een extra onderdeel, programma of gegevensverzameling dat/die dient als reserve en plaatsvervanger voor de oorspronkelijke unit's.

Baffle Een constructie, waarop een luidspreker bevestigd is en die er voor zorgt dat de luchttrillingen die door de voorzijde van de conus worden uitgestraald niet gedempt worden door de luchttrillingen die door de achterzijde van de conus worden gegenereerd. Door het aanbrengen van een baffle wordt de weergave van de lage tonen verbeterd, omdat de golflengte waarbij interferentie tussen de twee genoemde golffronten optreedt naar het zeer lage gebied wordt verschoven.

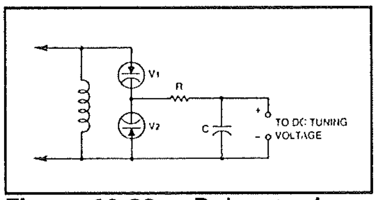
Bakeliet Een kunststof materiaal dat een zeer goede elektrische isolator is en dat nog steeds in de elektronica industrie wordt gebruikt. Chemische naam is fenolformaldehyde.

Balansschakeling Is een, voornamelijk bij buizen toegepaste, schakeling waarbij twee buizen een gemeenschappelijke uitgang hebben en door twee signalen gevoed worden, die in tegenfase zijn (als het ene positief is, dan is het andere signaal evenveel negatief). Het schema van figuur 10-22 werd vroeger algemeen toegepast als eindtrap in geluidsversterkers.



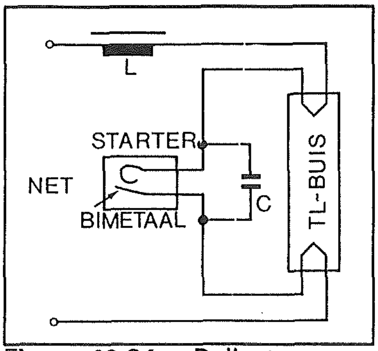
Figuur 10-22: Balansversterker.

Balanstuning Is een systeem van spanningsgestuurde afstemming van een LC-kring, waarbij twee in anti-serie geschakelde varicap-dioden worden gebruikt als regelbare capaciteit, zie figuur 10-23. Het voordeel van deze schakeling is dat het netwerk volledig symmetrisch is en verstoringen in het systeem onder invloed van de temperatuur verwaarloosbaar klein zijn.



Figuur 10-23: Balanstuning.

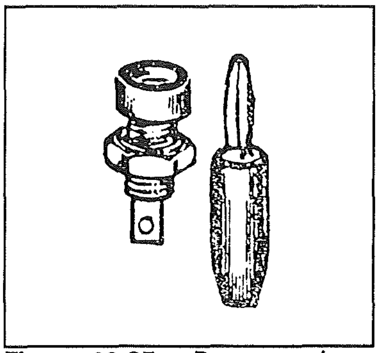
Ballast Is bij een TL-verlichting de spoel, die zorgt voor het opwekken van de hoge ontsteekspanning van de buis, en nadien voor het begrenzen van de stroom door de buis op een veilige waarde. De hoge ontsteekspanning ontstaat door het openen van het kontakt in de starter. In figuur 10-24, het schema van een TL-buis, is de spoel L de ballast.



Figuur 10-24: Ballast.

Balun Een hoogfrequent transformator die wordt gebruikt om impedanties aan te passen. In de meeste gevallen geeft een balun een impedantie-aanpassing van 1 op 4.

Banaansteker Een eenpolige connector die vaak in de meettechniek wordt gebruikt om meetapparatuur onderling te verbinden of aan te sluiten op een testschakeling. Hoewel er verschillende soorten banaanstekers bestaan is deze met een pendiameter van 4 mm gestandaardiseerd, zie figuur 10-25.

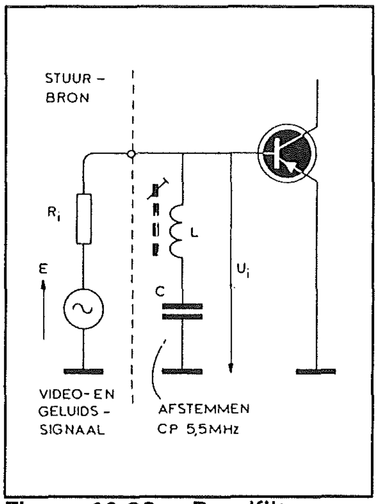


Figuur 10-25: Banaansteker

Band Een aaneengesloten reeks frequenties, die gekenmerkt worden door hun laagste en hun hoogste waarde.

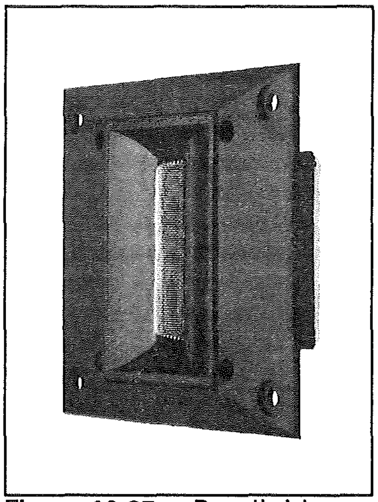
Bandbreedte Is het verschil tussen de grootste en de kleinste frequentie, die door een apparaat worden doorgelaten. Meestal gaat men er van uit, dat de grenzen van de bandbreedte liggen bij die frequenties, die door het apparaat met 3 dB verzwakt worden. Als men dus zegt dat de bandbreedte van een versterker ligt tussen 15 Hz en 23 kHz, dan zal die versterker alle frequenties onder respectievelijk boven deze grenzen meer dan 3 dB verzwakken. Grafisch wordt de bandbreedte weergegeven door de amplitude-frequentie karakteristiek.

Bandfilter Is een schakeling, opgebouwd uit weerstanden, spoelen en condensatoren, die een bepaalde frequentieband uit een signaal moet tegenhouden (bandsperfilter) of juist moet doorlaten (banddoorlaatfilter). In figuur 10-26 is een eenvoudig bandsperfilter getekend, waarbij de serieschakeling van een condensator en een spoel een frequentie van 5,5 MHz uit een signaal kan filteren.



Figuur 10-26: Bandfilter.

Bandluidspreker Is een speciale luidspreker, waarbij membraan en spreekspoel zijn geïntegreerd. Het membraan is samengesteld uit een dunne, zigzag gevouwen aluminium folie, zie figuur 10-27. Deze folie is opgenomen tussen de polen van de permanente magneet en wel zo dat de veldlijnen horizontaal op de folie invallen. Voert men een elektrische stroom door de folie, dan ontstaat er rond de folie een elektromagnetisch veld, dat interfereert met het statische veld van de permanente magneet. De folie gaat bewegen. Dank zij de zeer kleine bewegende massa is dit soort luidsprekers uitermate geschikt voor het weergeven van hoge frequenties.



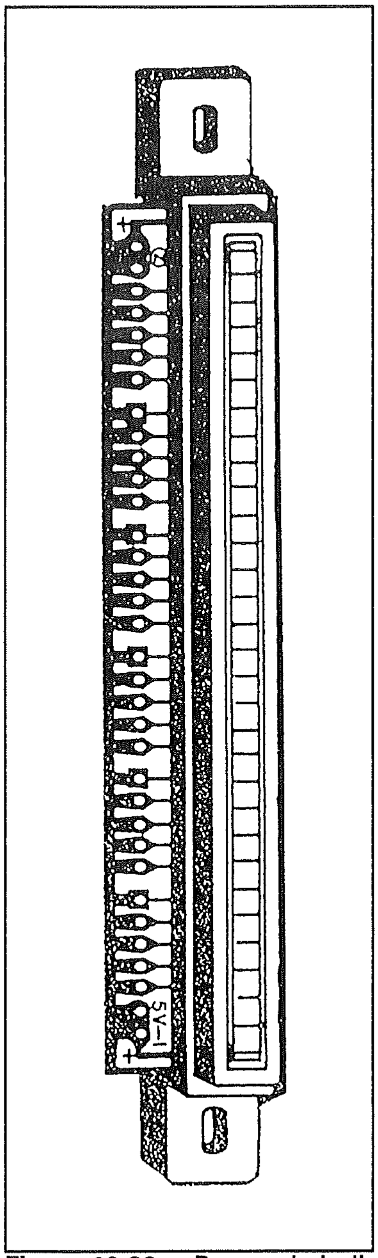
Figuur 10-27: Bandluidspreker.

Bandspreiding Is een methode, bij radio-ontvangst gebruikt, waarmee het afstemmen op een station in het kortegolfbereik wordt vereenvoudigd. Een klein gedeelte van de volledige kortegolfband wordt dan over de volledige afstemschaal uitgesmeerd.

Bandwidth Engels voor bandbreedte, zie aldaar.

Bargraph indicator Is een indicator, die is samengesteld uit een aantal identieke, op een rij geplaatste LED's (zie figuur 10-28) en waarmee men zogenoemde thermometerschaal uitlezingen kan maken. Gestuurd door speciale IC's zullen

zij de grootte van een gelijkspanning aangeven door het laten oplichten van een aantal LED's, waarbij dat aantal recht evenredig is met de grootte van deze spanning.

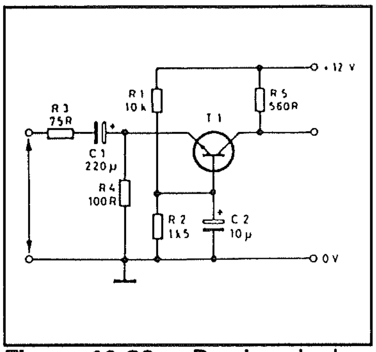


Figuur 10-28: Bargraph indicator.

BASIC Letterwoord voor "beginners all purpose symbolic instruction code". Een programmeertaal die speciaal werd ontwikkeld om studenten snel te leren programmeren, zonder dat zij zich al te diep in de computertechnologie hoefden te verdiepen. BASIC was jarenlang dé taal waarin hobbyisten programma's schreven, maar werd verdrongen door krachtigere talen. De hedendaagse versies van BASIC, zoals Visual BASIC, hebben nog maar weinig gemeen met de originele taal.

Basis De aansluiting van een bipolaire transistor, waarop in de meeste gevallen het te verwerken signaal wordt aangesloten.

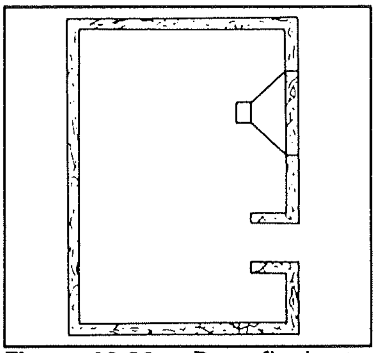
Basisschakeling Is een schakeling in de transistortechniek, waarbij het ingangssignaal niet op de basis wordt gezet, maar waar de basis op wisselspanningsgebied aan de massa ligt. Het ingangssignaal wordt aangeboden tussen de massa en de emitter, hetgeen tot gevolg heeft dat de schakeling een zeer lage ingangsimpedantie heeft. Een praktische basisschakeling is getekend in figuur 10-29 en is bruikbaar als ingangstrap van een intercom, waarbij gebruik wordt gemaakt van een laagohmige luidspreker als microfoon. De basis wordt door middel van de elco C2 voor wisselspanningen kortgesloten naar massa.



Figuur 10-29: Basisschakeling.

BAS-signaal Bij zwart-wit televisie het gecombineerde videosignaal, samengesteld uit het intensiteitssignaal (de eigenlijke beeldinformatie) en de verticale en horizontale synchronisatiesignalen.

Basreflexkast Is een soort luidsprekerbehuizing, waarbij de lage tonen extra versterkt worden door een acoustische terugkoppeling. De kast is volledig gesloten, op een opening onder de luidspreker na (figuur 10-30), de ongeveer dezelfde oppervlakte heeft als de conus van de speaker. De luchttrillingen die ontstaan aan de achterzijde van de luidspreker zullen door het inwendige van de kast voortgeplant worden en met een bepaalde vertraging door het gat ontsnappen. Deze vertraging wordt zo gekozen, dat de lage tonen versterkt worden. Voor de lage tonen zijn er als het ware twee luidsprekers aanwezig, de echte en het gat.



Figuur 10-30: Basreflexkast.

Bass Is in de geluidstechniek het gebied van de lage tonen, die in de toonregeling door de bass-regeling versterkt of verzwakt kunnen worden.

Batch mode Een methode van gegevensverwerking, waarbij eerst alle gegevens worden verzameld en geregistreerd en nadien met de verwerking begonnen wordt.

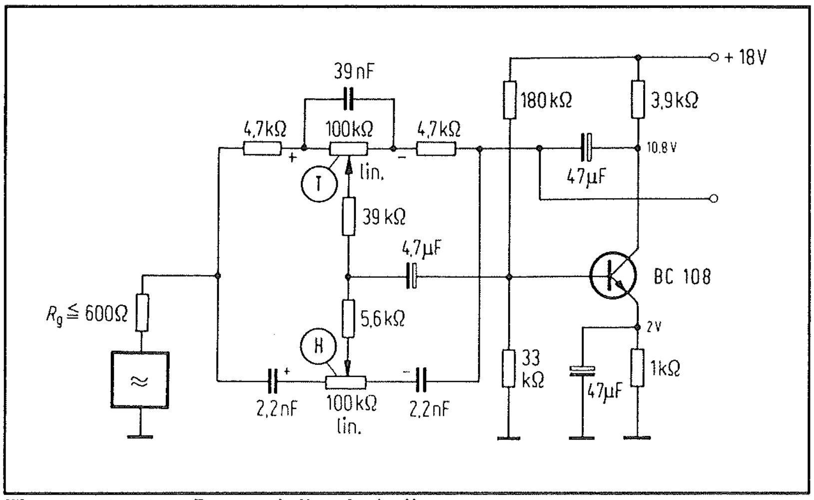
A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z

Batterij Een elektrisch onderdeel dat gebruikt wordt voor het leveren van elektrische energie. Het fundamentele verschil tussen een batterij en een accu is dat een batterij niet opgeladen kan worden, terwijl dat met een accu wél het geval is.

Baud Is een eenheid, waarmee de uitzendsnelheid van telegrafielijnen of computerverbindingen wordt aangeduid. Het getal in baud geeft aan hoeveel gegevens per seconde over de lijn verzonden kunnen worden. Wordt berekend, door de breedte van de kortste puls die door de lijn verstuurd wordt en uitgedrukt is in sekonden, om te keren. Voorbeeld: is de pulsbreedte voor een bepaalde lijn 20 ms, dan is de capaciteit van de lijn gelijk aan 1 /0,02 = 50 baud.

Baudot-code Een communicatie-code van vijf parallelle bits, die jaren lang werd gebruikt voor het digitaal coderen van de aanslagen op de toetsenborden van elektrische schrijfmachines.

Baxandall-schakeling Een van de meest bekende schakeling voor het beïnvloeden van de versterking van de hoge en lage frequenties van een audio-versterker. De Baxandall-schakeling bestaat uit een teruggekoppelde transistor of operationele versterker, waarbij in de terugkoppeling twee RC-netwerken zijn opgenomen. Het ene netwerk werkt in op de lage frequenties, het andere op de hoge frequenties. In figuur 10-31 is de typische vorm van het Baxandall netwerk getekend.



Figuur 10-31: Baxandall-schakeling.

BCD-code Engels, staat voor "binary coded decimal". Is een systeem waarmee alle getallen uit het tiendelige getallenstelsel door een combinatie van digitale signalen kunnen worden voorgesteld. In een digitaal systeem kunnen alleen maar de spanningen "L" (geen spanning) of "H" (wel spanning) voorkomen. Wil men met deze twee beschikbare gegevens alle cijfers van 0 tot en met 9 weergeven, dan heeft men 4 signalen nodig: A, B, C en D. Internationaal heeft men hiervoor de in figuur 10-32 voorgestelde combinatie van signalen afgesproken. Getallen worden voorgesteld door groeperingen van deze code.

Beacon Een bundel elektromagnetische golven, die wordt uitgezonden voor navigatie doeleinden, zoals het vinden van een richting.

Beam-antenne Is een ingewikkelde antenne-opstelling, waarbij de ethergolven in een bepaalde richting en onder een bepaalde hoek worden uitgezonden. Door een geschikte opstelling van verschillende antennedelen kan men zowel de richting als de uitstralingshoek aan de omstandigheden aanpassen.

Beat-frequentie De frequentie die ontstaat als twee signalen met verschillende frequenties gemengd worden. Als de twee te mengen frequenties gelijk zijn aan f_a en f_b, dan zullen er twee beat-frequenties ontstaan met waarden gelijk aan $f_{c1}=f_a-f_b$ en $f_{c2}=f_a-f_b$.

	D	C	B	A
0	L	L	L	L
1	L	L	L	H
2	L	L	H	L
3	L	L	H	H
4	L	H	L	L
5	L	H	L	H
6	L	H	H	L
7	L	H	H	H
8	H	L	L	L
9	H	L	L	H

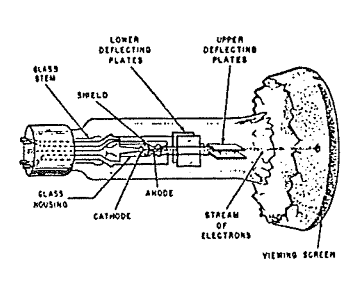
Figuur 10-32: BCD-code.

Beat-oscillator Een oscillator, die een laagfrequent signaal genereert uit de verschilfrequentie van twee oscillatoren met hogere frequenties. Het grote voordeel van een dergelijke schakeling is dat de uitgangsfrequentie ontstaat door het afstemmen van een van de oscillatoren. Omdat deze een veel hogere frequentie heeft, kan men bijvoorbeeld het gehele audiobereik van 20 Hz tot

20 kHz genereren door aan één potentiometer te draaien.

Bedrijfsspanning Is de spanning waarbij een apparaat, zelfs bij continu gebruik, probleemloos op lange termijn blijft werken.

Beeldbuis Een elektro-optische omzetter, die elektrische signalen omzet in zichtbare signalen. Er bestaan verschillende systemen van beeldbuizen, die echter de onderstaande fundamentele werking gemeen hebben. Uit een elektronengenerator, bijvoorbeeld een warme kathode, wordt langs elektrostatische weg een dunne elektronenbundel gevormd. Deze wordt aangetrokken door een grote positieve spanning op het scherm van de beeldbuis. De elektronenbundel wordt gemoduleerd door het signaal dat zichtbaar gemaakt moet worden en nadien via elektromagnetische of elektrostatische manier afgebogen over de afmetingen van het beeldscherm. Het beeldscherm is voorzien van een fluorescerende laag, die oplicht als zij door de elektronen van de bundel wordt getroffen. In figuur 10-33 is de fundamentele samenstelling van een beeldbuis weergegeven.



Figuur 10-33: Beeldbuis.

Beeldcompressie Is een techniek, toegepast in de digitale beeldverwerking, waarbij de grote hoeveelheid gegevens die inherent is aan digitale beelden wordt gecomprimeerd. Voor statische beelden (foto's) is de JPEG-compressie de meest toegepaste vorm. Deze standaard is uitgebreid voor het comprimeren van dynamische beelden (video) en heet dat MPEG.

Beeldfrequentie Is bij TV het aantal keren per seconde dat de lichtstip op het scherm een volledig beeld opbouwt. In het Europese systeem is dat 25 keer per seconde. De beeldfrequentie is dus 25 Hz.

Beeldplaat Algemene benaming voor systemen waarbij video-informatie op de een of andere manier op vlakke platen wordt opgeslagen. Voor de niet-professionele sector werd het "Video-disk" systeem ontwikkeld, dat echter nooit echt is doorgebroken bij de consument.

Beeldsynchronisatiepuls Is een puls die door een televisiezender wordt uitgezonden en die er in de ontvanger voor zorgt, dat de ontvanger op hetzelfde ogenblik een nieuw beeld begint op te bouwen als de camera in de studio.

Bel De fundamentele logaritmische eenheid, waarmee versterkingen en verzwakkingen in de elektronica worden uitgedrukt. De eenheid wordt voorgesteld door B, waarbij de meest gebruikte factor de dB of decibel is. De bel geeft de logaritmische verhouding weer van uitgangsspanning ten opzichte van ingangsspanning. Vanwege de logaritmische bewerking kan men grote versterkingen of verzwakkingen uitdrukken door een klein dB-getal.

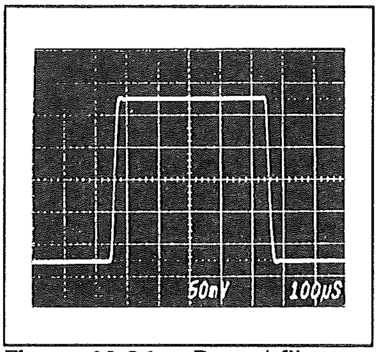
Belasting Is algemeen gesproken een schakeling die wordt aangesloten op de uitgang van een ander apparaat. Zo is de belasting van een geluidseindversterker een luidspreker en de belasting van een pick-up element de MD-voorversterker. De belasting moet aangepast zijn aan het apparaat dat belast wordt. Zo moet een eindversterker voor 4 Ω ook belast worden met een luidspreker van 4 Ω, wil er zoveel mogelijk onvervormd vermogen uit de versterker geput worden. in de hoogfrequente techniek moeten zelfs de impedanties (wisselstroomweerstanden) van het apparaat dat belast wordt en van de belasting identiek zijn. Zo mag een 75 Ω antenne alleen maar belast worden met een kabel met een impedantie van 75 Ω en aangesloten worden op een antenne-ingang van 75 Ω.

Beltransformator Een transformator die speciaal ontworpen is voor het voeden van de laagspanningsbellen, die de meeste huisdeuren sieren. Omdat de beldrukknop vaak nat wordt, worden aan de veiligheid van een beltransformator hoge eisen gesteld.

Benchmark Een gestandaardiseerde testprocedure voor het meten van de eigenschappen van een schakeling, een apparaat of een programma. Door een en dezelfde benchmark op bijvoorbeeld tien computers los te laten, kan men de eigenschappen van de apparaten, zoals snelheid, goed met elkaar vergelijken.

Bending De eigenschap dat hoogfrequente elektromagnetische golven door de ionosfeer worden teruggekaatst naar het aardoppervlak. Dank zij deze eigenschap kan men op de korte golf wereldwijde verbindingen maken, ondanks de kromming van de aarde.

Bessel-filter Een filtertype dat gekenmerkt wordt door een zeer goede reactie op plotselinge spanningssprongen aan de ingang, maar als nadeel heeft dat de verzwakking rond de afsnijfrequentie niet erg scherp verloopt. De fasekarakteristiek van een dergelijk filter verloopt vrijwel lineair. In figuur 10-34 is de uitgangsspanning van een Bessel-filter getekend als op de ingang een blokspanning wordt gelegd met een frequentie die ver buiten het werkzame gebied van het filter ligt. Men merkt op dat het Bessel-filter de vorm van de puls nauwelijks aantast en er zo goed als geen overshoot optreedt.



Figuur 10-34: Bessel-filter.

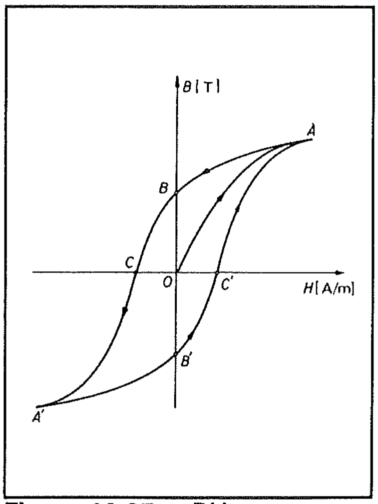
Beta Wordt voorgesteld door de Griekse letter β en geeft de stroomversterking van een transistor als de verhouding van collectorstroom tot basisstroom. Hoe hoger β, hoe meer de transistor zal versterken.

Beta-naar-alfa conversie Geeft bij een bipolaire transistorversterker de formule om de stroomversterkingsfactor β om te zetten naar de stroomversterkingsfactor α: $\alpha = \beta/(\beta+1)$.

Bewegingsdetector Een onderdeel of schakeling, die in staat is bewegingen te detecteren. De meest toegepaste is de pyro-electrische detector, die in staat is de minimale hoeveelheid infrarode straling, die een mens of dier uitzendt, te detecteren. Door een speciale constructie wordt voorkomen dat de detector reageert op zich niet verplaatsende infrarode straling. Daarnaast heeft men de detectoren die werken volgens het Doppler-principe. Dat zegt dat de golflengte van golven verandert als de golven worden teruggekaatst door een bewegend voorwerp. Door de frequentie van de uitgestraalde golven te vergelijken met deze van de teruggekaatste golven, kan men dus bewegingen detecteren.

BFO Engels, staat voor "beat frequency oscillator". Is een schakeling, die wordt gebruikt bij het ontvangen van kortegolf telegrafiezenders (morse), en die een interferentietoon opwekt, zodat men de uitzendingen ook hoorbaar kan maken.

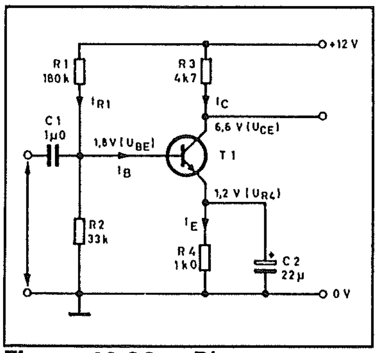
BH-curve Een grafiek die het verband geeft tussen de magnetisatiekracht H en de dichtheid van de magnetische flux B. De BH-curve is zeer specifiek voor een magnetisch materiaal en heeft de specifieke vorm die in figuur 10-35 wordt voorgesteld.



Figuur 10-35: BH-curve.

Bi-amplifier Is een laagfrequent versterker, waarbij het geluidssignaal achter de voorversterker en de toonregeling in een actief filter wordt gesplitst in twee frequentiebanden, die elk een eindversterker en een luidspreker sturen. Het voordeel van dit systeem is, dat iedere luidspreker aangepast kan worden voor het weergeven van een specifieke frequentieband en dat een elektronisch scheidingsfilter veel betere kwaliteiten heeft dan een gebruikelijk luidsprekersscheidingsfilter.

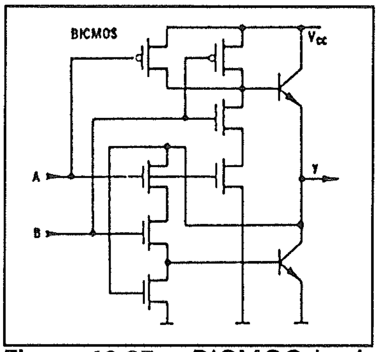
Bias Is een spanning, die wordt gebruikt om een bepaald onderdeel (transistor, operationele versterker, buis, FET) zo in te stellen, dat dit onderdeel optimaal kan werken. Zo moet de basis van een silicium transistor ingesteld worden op een spanning van ongeveer 0,7 V boven de spanning op de emitter. Deze spanning noemt men de bias-spanning en het netwerk dat die spanning opwekt (in dit eenvoudige geval een spanningsdeler) noemt men de bias-schakeling. Wordt ook wel instelspanning of voorspanning genoemd. In de schakeling van figuur 10-36 wordt de bias van de transistor verzorgd door de weerstandsdeler R1/R2, die de basisspanning instelt op ongeveer 1,8 V.



Figuur 10-36: Bias.

Bias oscillator Is in kassetterecorders de oscillator die een signaal met een frequentie tussen 40 kHz en 100 kHz genereert en waarmee een reeds opgenomen band wordt gewist. Bovendien wordt dit signaal gemengd met het op te nemen signaal, hetgeen als voordeel heeft dat het magnetisch materiaal van de band in het meest lineaire gedeelte van zijn BH-curve kan worden ingesteld.

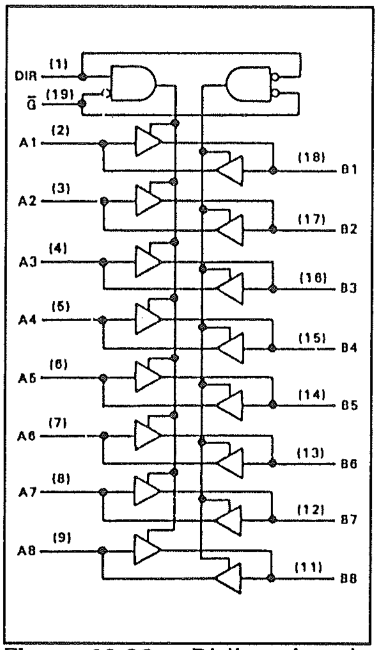
BICMOS-logica Is de verzamelnaam voor een aantal technologieën, waarbij bipolaire transistoren en CMOS-transistoren op één chip worden geïntegreerd. Deze technologieën hebben voordelen, zodat zij tegenwoordig worden toegepast in snelle computerinterfaces, ADC's en DAC's. Meestal worden de logische schakelingen met CMOS uitgevoerd en de uitgangstrappen met bipolaire transistoren, zodat de schakelingen een grote fan-out hebben. In figuur 10-37 wordt de interne structuur van een BICMOS-poort toegelicht.



Figuur 10-37: BICMOS-logica.

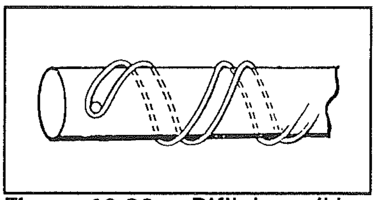
Bidirectioneel Een signaaluitwisseling in twee richtingen tussen twee apparaten over een en dezelfde lijn of bus.

Bidirectionele buffer Een buffer waarbij in- en uitgang door middel van een stuursignaal omgewisseld kunnen worden, zie figuur 10-38, zodat de buffer in twee richtingen door signalen doorlopen kan worden.



Figuur 10-38: Bidirectionele buffer.

Bifilaire wikkeling Is een wikkelwijze voor draadgewonden vermogensweerstanden, waardoor wordt vermeden dat die weerstand ook de eigenschappen van een spoel krijgt. De weerstand wordt gewikkeld met een dubbelgevouwen draad, zie figuur 10-39, zodat er evenveel windingen linksom als rechtsom op het lichaam van de weerstand liggen.



Figuur 10-39: Bifilaire wikkeling.

Bilateraal onderdeel Een elektronisch onderdeel met twee aansluitingen dat elektrische energie in beide richtingen in gelijke mate doorlaat. Bilaterale onderdelen zijn weerstanden, condensatoren en spoelen.

Bimetaal Is een contactlip, opgebouwd uit twee metalen met zeer verschillende uitzettingscoëfficiënt en die bijgevolg bij temperatuursverschillen krom zal trekken. Wordt gebruikt in automatische zekeringen en thermostaten.

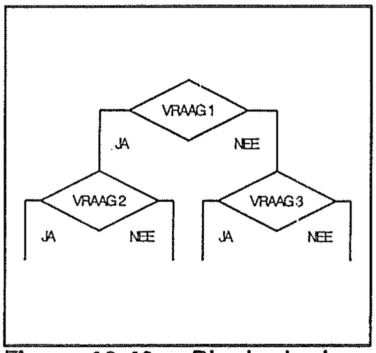
Binair In het algemeen de benaming voor een telsysteem dat slechts twee symbolen kent om te tellen: "1" en "0", "Hoog" en "Laag", "wel spanning" en "geen spanning", etc.

Binaire elektronica de verzameling van elektronische schakelingen, waarbij de spanningen op alle punten in de schakeling slechts twee waarden kunnen hebben: ofwel nul, ofwel een bepaalde afgesproken waarde. Deze spanningen worden voorgesteld door respektievelijk de symbolen "L" en "H". De schakelingen in dit soort elektronica gebruikt, noemt men logische of digitale schakelingen.

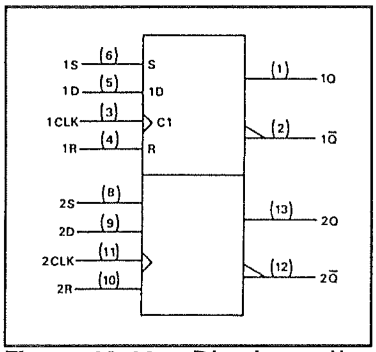
Binaire logica Is een redeneringsvorm, waarbij alle problemen worden opgelost door ze te splitsen in fundamentele vragen, die alle met een "ja" of een "nee" beantwoord kunnen worden. Alle computers lossen de hun opgedragen problemen op deze manier op, nadat de standaard vraagstelling erin is geprogrammeerd. Een typisch voorbeeldje van een ontleding van een probleem volgens de wetten van de binaire logica is getekend in figuur 10-40.

Binaire teller Is een schakeling uit de binaire elektronica, die de frequentie van een signaal deelt door een macht van twee (2, 4, 8, 16, 32, 64, enz.). De

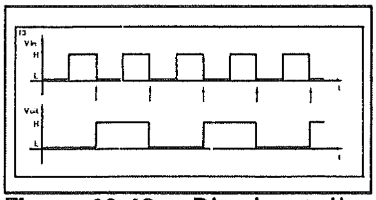
basisschakeling, waaruit alle binaire tellers zijn opgebouwd, is de flip-flop, waarvan het symbool in figuur 10-41 getekend is.



Figuur 10-40: Binaire logica.



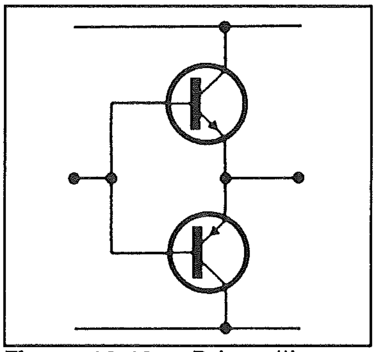
Figuur 10-41: Binaire teller (1).



Figuur 10-42: Binaire teller (2).

Een flip-flop kan de frequentie van een signaal aan de ingang door twee delen. In figuur 10-42 zijn de in- en uitgangsspanningen van een als tweedeler geschakelde flip-flop getekend. Door meerdere schakelingen achter elkaar te schakelen, ontstaan de hogere deeltallen.

B-instelling Is een schakelwijze van voornamelijk eindversterkers opgebouwd met twee transistoren, waarbij iedere transistor slechts gedurende de helft van de volledige cyclus van het ingangssignaal geleidt. Deze instelling heeft als kenmerk, dat er bij afwezigheid van ingangssignaal geen stroom door de eindtransistoren vloeit. De bovenste transistor, zie figuur 10-43, zal geleiden gedurende de positieve alternantie van het ingangssignaal, de onderste gedurende de negatieve alternantie. Daar deze instelling zonder bepaalde hulpschakelingen grote vervorming tot gevolg heeft (cross-over), wordt zij niet vaak in deze fundamentele vorm gebruikt.

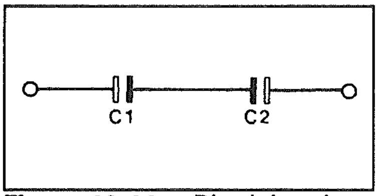


Figuur 10-43: B-instelling.

Bio-elektronica De tak van de elektronica die zich bezig houdt met het ontwerpen van elektronische schakelingen en systemen die biologische processen kunnen besturen. Een typisch voorbeeld van een bio-elektronisch apparaat is een hart pace-maker.

Bionica De wetenschap die zich bezig houdt met het ontwerpen van micro-elektronische schakelingen die de biologische functies van levende wezens kunnen simuleren.

Bipolaire elco Is een elektrolytische condensator, die is opgebouwd uit twee gewone elco's, die in serie zijn geschakeld en waarvan beide negatieve polen met elkaar verbonden zijn. Dergelijke elco's kunnen op een wisselspanning worden aangesloten en worden bijvoorbeeld gebruikt bij de opbouw van scheidingsfilters voor luidsprekercombinaties. Men kan zelf een bipolaire elco opbouwen door twee identieke elco's op de in figuur 10-44 getekende wijze met elkaar te verbinden. De waarde van de bipolaire elco is dan gelijk aan de helft van de waarde van de gebruikte elco's.



Figuur 10-44: Bipolaire elco.

Bipolaire schakelingen Zijn schakelingen die zijn opgebouwd uit halfgeleiders, die twee juncties hebben, zoals de normale transistoren. Het tegengestelde zijn unipolaire schakelingen, die bijvoorbeeld met uni-junction transistoren zijn opgebouwd.

Bistabiele schakeling Is een schakeling die twee stabiele toestanden heeft. Dat wil zeggen dat de uitgang van de schakeling ofwel gelijk zal zijn aan "L", ofwel gelijk zal zijn aan "H". Als de uitgang van de schakeling een van beide logische niveaus heeft aangenomen, dan is alleen een actie van buitenaf in staat om de spanning op de uitgang te laten omklappen naar de andere toestand. Deze externe beïnvloeding van de bistabiele schakeling noemt men het triggeren van de schakeling. De eenvoudigste vorm van bistabiele schakeling is de bistabiele multivibrator of flip-flop.

Bit Engels, staat voor "binary digit". In de digitale elektronica wordt de aanwezigheid van een "L" of "H" aangeduid door het woord bit. Het getal 37, geschreven in de digitale BCD-code (LLHH LHHH) is dan opgebouwd uit 8 bits. Als men zegt dat een bepaald signaal is opgebouwd uit 12 bit, dan weet men dat men voor de voorstelling van dat signaal een combinatie van 12 "L"- en "H"-signalen nodig heeft.

Bit rate De snelheid waarmee de individuele bits in een digitaal systeem verstuurd worden. De bit rate per seconde wordt uitgedrukt door de grootheid Baud.

Bit-slice processor Een processor die zijn rekenkracht ontleent aan de parallelle verwerking door een aantal subprocessoren van zijn data- en adresgegevens. Een 16 bit woord wordt dan bijvoorbeeld razend snel verwerkt door vier processoren met een datapad van 4 bit.

Black-box Is in het algemeen een schakeling, die als volledig werkend geheel is ondergebracht in een behuizing en waar dus nog alleen een voeding en een ingangsspanning moeten op worden aangesloten.

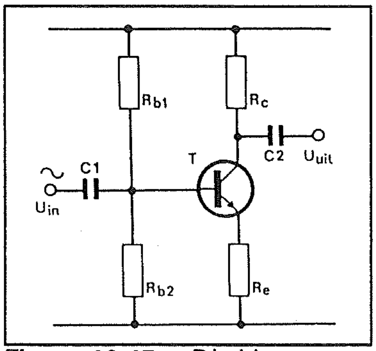
Black-out Een korte ongewenste onderbreking in een telefonie- of radio-verbinding.

Blanking Is bij TV of oscilloscoop het onderdrukken van de lichtstip gedurende de tijd dat de elektronenstraal van het ene eind van de beeldbuis naar het andere eind gestuurd wordt, voor het schrijven van een nieuwe lijn (TV) of een nieuw beeld (oscilloscoop).

Blast Is een kort durende maar zeer zware overbelasting van een laagfrequent eindversterker of van een luidspreker.

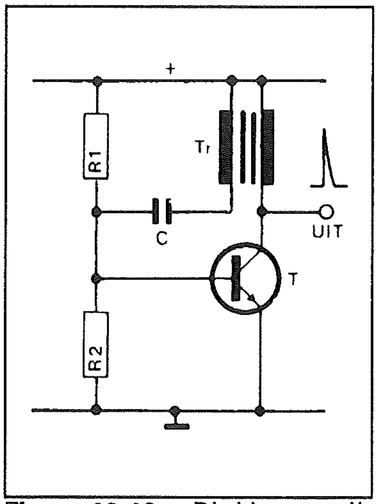
Bleeder Is een weerstand die wordt gebruikt voor het opvangen van overbodig vermogen of spanning. Als bijvoorbeeld een geluids-eindversterker wordt aangesloten op een ongestabiliseerde voeding, dan zal de uitgangsspanning van de voeding grote afwijkingen vertonen tussen onbelaste toestand en volbelaste toestand. Als de voedingsspanning in onbelaste toestand zo groot zou zijn, dat daardoor de eindversterker beschadigd kan worden, dan plaatst men een bleederweerstand over de voedingsklemmen, zodat de voeding nooit volledig onbelast is.

Blokkeercondensator Is een condensator, die twee trappen van een schakeling met elkaar verbindt, zodat wel het signaal van de ene trap naar de andere kan vloeien, maar de gelijkspanningen op de beide verbonden punten gescheiden blijven. In de schakeling van figuur 10-45 zijn de condensatoren C1 en C2 blokkeercondensatoren, die verhinderen dat de instelspanningen op de basis en op de collector via de in- en uitgangskringen afvloeien naar de massa. De werking wordt verklaard door het feit dat een condensator voor gelijkspanning een oneindig hoge weerstand heeft, maar voor wisselspanning niet.



Figuur 10-45: Blokkeercondensator.

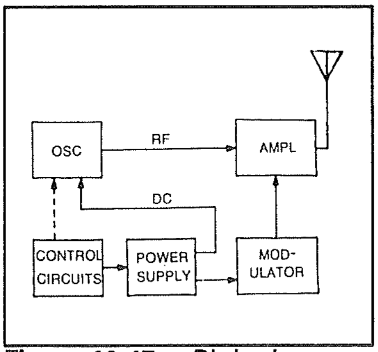
Blokkeeroscillator Is een schakeling die zeer korte pulsen (naaldpulsen) opwekt. Het kenmerkende van zo'n oscillator is, dat er een trafo in zit, zie figuur 10-46, die verantwoordelijk is voor de typische uitgangspulsen. Bij het aanschakelen van de voedingsspanning zal er stroom door de transistor en de secundaire van de trafo lopen. Hierdoor wordt primair een spanning opgewekt, die de condensator C zo oplaadt, dat de transistor gaat sperren. Na een bepaalde tijd is de condensator ontladen en gaat de transistor opnieuw even geleiden, met het gekende gevolg.



Figuur 10-46: Blokkeeroscillator.

Blokschema Een vereenvoudigd schema van een elektronische schakeling, waarin de meest fundamentele schakelingen worden voorgesteld door black boxes met één of meerdere ingangen en één of meerdere uitgangen (figuur 10-47) en waarbij de nadruk voornamelijk ligt op de manier waarop deze blokken met elkaar zijn verbonden.

A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z



Figuur 10-47: Blokschema.

Bode diagram Een grafiek waar zowel het amplitudeverloop als het faseverloop van een schakeling in functie van de frequentie wordt uitgetekend.

Bohr-atoom Een model van de interne bouw van het atoom, voorgesteld door Niels Bohr, dat weliswaar niet correct is gebleken, maar in staat is de meeste verschijnselen van de elektronica te verklaren. Volgens het Bohr atoommodel bestaat een atoom uit een kleine kern, opgebouwd uit positief geladen protonen en daaromheen cirkelend even veel elektronen met een negatieve lading. Sommige elektronen kunnen uit hun baan gestoten worden en worden dan vrije elektronen. Dit is de verklaring van het vloeien van elektrische stroom.

Bolometer Een zeer kleine temperatuurgevoelige weerstand, die wordt gebruikt voor het nauwkeurig meten van temperaturen.

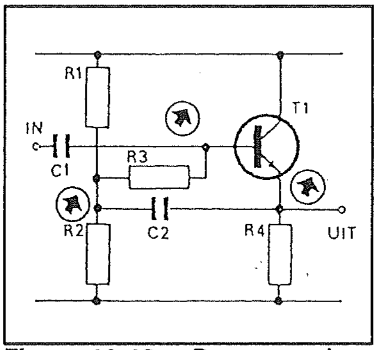
Bonding Het verbinden van de contactplaatsen van halfgeleiders (chip's) met de contacten van hun behuizingen. Bonding gebeurt door zeer dunne gouden draadjes onder grote druk op de contactplaatjes te persen.

Boolse algebra Is een rekentechniek, ontwikkeld door ene Boole, waarmee logische schakelingen opgebouwd kunnen worden. Iedere fundamentele logische schakeling kan door een Boolse formule voorgesteld worden. In plaats van dadelijk een ingewikkelde schakeling elektronisch op te lossen, gaat men eerst alle formules van die schakeling noteren waarna, door toepassing van de rekenvoorschriften van deze algebra, in de meeste gevallen grote vereenvoudigingen aangebracht kunnen worden. De eindformules worden dan weer omgezet in schakelingen, waarmee de ingewikkelde schakeling dan ook in de praktijk erg vereenvoudigd wordt.

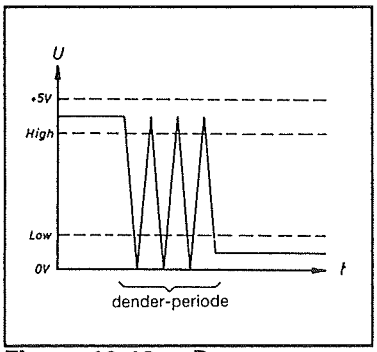
Booster Een schakeling waarin niet-nuttige energie wordt verzameld, die ontstaat als gevolg van de werking van een bepaalde schakeling, zodat die energie elders in het apparaat toch nuttig gebruikt kan worden. Zo worden in een TV-toestel bijvoorbeeld een booster-diode en booster-condensator gebruikt voor het opwekken van de hoogspanning voor de beeldbuis.

Bootstrapping Is een techniek waarbij door middel van een terugkoppeling de spanning op een bepaald punt in de schakeling hoger gemaakt wordt dan zonder deze terugkoppeling mogelijk zou zijn. In figuur 10-48 is een emittervolger getekend, waar de emitterspanning door de bootstrapcondensator C2 wordt teruggekoppeld naar de basis. Door deze bootstrapping staat er over weerstand R3 geen spanningsverschil, zodat er ook geen stroom doorheen loopt. De ingangsimpedantie van de schakeling wordt daardoor zeer hoog.

Bounce Engels, vrij vertaald: contactdender. Is het verschijnsel dat bij het indrukken van een drukknopschakelaar de contacten niet dadelijk gesloten worden, maar dat er gedurende een korte tijd mechanische resonanties optreden, waardoor er verschillende korte contactsluitingen en -verbrekingen optreden (figuur 10-49). Dit verschijnsel kan bij sommige digitale schakelingen ervoor zorgen dat stoorpulsen in de schakeling ontstaan.



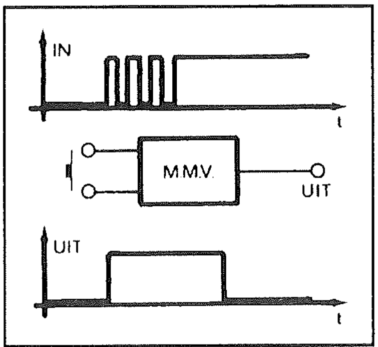
Figuur 10-48: Bootstrapping.



Figuur 10-49: Bounce.

Bounce-onderdrukking Is een schakeling die gebruikt wordt om het bounce-verschijnsel van schakelaarcontacten te compenseren. De meest betrouwbare schakeling is getekend in figuur 10-50 en bestaat uit een monostabiele multivibrator, die gestuurd wordt door de schakelaar en die een puls opwekt, telkens als de schakelaar ingedrukt wordt, waarvan de lengte groter is

dan de bounce-tijd van de schakelaar.



Figuur 10-50: Bounce-onderdrukking.

Boundary scan testing Zie BST.

Boventonen Zijn die delen in een complex geluidssignaal waarvan de frequentie gelijk is aan een veelvoud van de grondfrequentie van het totale geluidssignaal. Een viool, waarop een toon aangestreken wordt van 440 Hz, zal ook signalen opwekken van 880 Hz, 1.320 Hz, 1.760 Hz, enz. De aan- of afwezigheid van bepaalde van deze boventonen of harmonischen bepaalt de specifieke klankkleur van ieder instrument.

Bpi Afkorting van "bits per inch". Grootheid die de dichtheid van de data-opslag op magnetische media weergeeft. Geeft aan hoeveel bits er per inch materiaal (bandlengte, omtrek van de data-cirkel op een diskette) geregistreerd kunnen worden.

Bradley schakeling Een ouderwetse detector voor frequentie-gemoduleerde signalen, werkende met als hart een oscillator die werd gelocked op de frequentie van de draaggolf.

Brandstofcel Een elektrisch element dat elektrische energie genereert door het "verbranden" van bepaalde chemische stoffen. Zolang deze stoffen worden toegevoerd zal de cel elektrische energie blijven produceren.

Breadboard Engels voor broodplank. Is een experimenteerplaat, waar op een heel eenvoudige wijze schakelingen opgebouwd kunnen worden, zonder solderen, zodat de onderdelen zeer eenvoudig door andere vervangen kunnen worden.

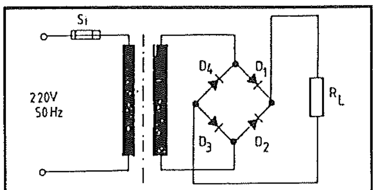
Breakdown Engels voor doorbraak. Is een fysisch verschijnsel waarbij een bepaald onderdeel vernield wordt doordat de spanning, de stroom of het vermogen een te grote waarde heeft. Zo zal een transistor of een thyristor vernield worden als hij in sper staat en er een te grote spanning over het element gezet wordt. Meestal worden bij thyristoren en triac's de doorslagspanningen in de codering opgenomen, door achter het typenummer een schuine streep en een getal te zetten. Dat getal geeft dan de doorslagspanning in volt aan. De doorslagspanning wordt aangeduid door net symbool U_{BR}. De doorslagspanningen van enkele onder hobbyisten nog steeds zeer populaire transistoren:
BC107; 45 V
BC108: 20 V
BC109: 20 V
BC177: -45 V
2N1613: 50 V
2N2905: -60 V
2N3055: 60 V

Breedband versterker Is een versterker waarvan de amplitude-frequentie karakteristiek over een groot gebied recht loopt. De versterker is dus in staat signalen met zeer uiteenlopende frequenties zonder verzwakking te versterken. Een standaard breedband versterker heeft een bandbreedte van 10 Hz tot 5 MHz.

Brightness Engels voor helderheid of intensiteit met als eenheid de candela per vierkante meter (cd/m^2).

Brom Is een signaal met een frequentie van 50 of 100 Hz, dat als stoorsignaal aanwezig is in een geluidsversterker. Kan ontstaan door ofwel een slecht afgevlakte voeding, waardoor een deel van de netwisselspanning in het apparaat doordringt, ofwel door slechte afscherming, waardoor de slecht afgeschermde verbindingen een deel van het overal in de lucht aanwezige 50 Hz zal oppikken.

Brownse beweging Willekeurige beweging van vrije elektronen in een geleider of halfgeleider, veroorzaakt door de thermische energie van de elektronen. Deze Brownse beweging is er de oorzaak van dat iedere geleider ruist. De willekeurig bewegende elektronen wekken een potentiaal verschil in de geleider op, dat zich uit onder de vorm van een kleine wisselspanning. Momentele frequentie noch amplitude van deze spanning zijn te voorspellen, omdat de Brownse beweging een volledig statistisch verschijnsel is en dus volledig afhankelijk van het toeval.



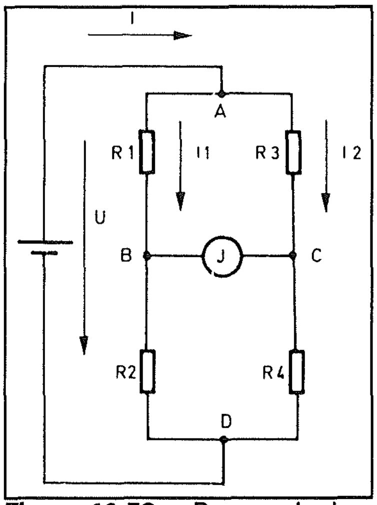
Figuur 10-51: Bruggelijkrichter.

Bruggelijkrichter Is een schakeling, waarmee een wisselspanning zodanig gelijkgericht wordt, dat zowel tijdens de positieve als tijdens de negatieve

A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z

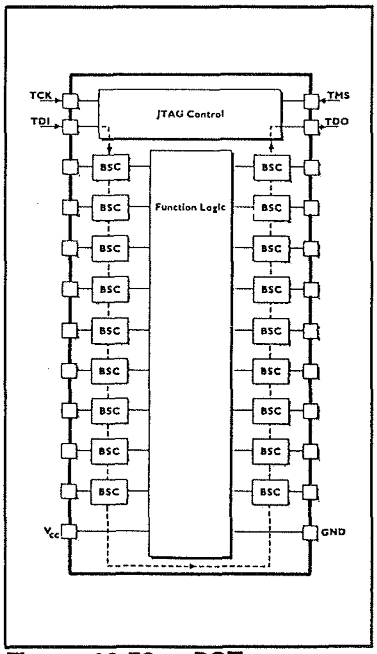
alternantie van de wisselspanning er een gelijkgerichte stroom door de belasting vloeit (zogenaamde dubbelfazige gelijkrichting). Een bruggelijkrichter is opgebouwd uit vier dioden, die geschakeld zijn als getekend in figuur 10-51.

Brugschakeling Is een schakeling, opgebouwd uit twee parallel geschakelde takken, die ieder twee impedanties (weerstand, condensator of spoel) bevatten. Door het vergelijken van de spanningen op de twee middenpunten van de takken kan men bijvoorbeeld een van die vier impedanties zeer nauwkeurig bepalen, als de drie andere bekend zijn. In figuur 10-52 is een brug van Wheatstone getekend, waarmee men zeer nauwkeurig weerstanden kan meten. Als de spanningen op de punten B en C aan elkaar gelijk zijn, dan zijn ook de weerstanden in de twee takken aan elkaar gelijk en is de onbekende weerstand R4 gelijk aan R2.



Figuur 10-52: Brugschakeling.

BST Engels letterwoord voor "boudary scan testing". Is een wereldwijd gestandaardiseerd systeem, waarmee men IC's, printplaten en volledige apparaten op een softwarematig gestuurde manier volledig kan testen. Hart van het systeem zijn nieuwe uitvoeringen van bestaande IC's, waarin tussen de aansluitpennen van de behuizing en de contactvlakken van de chip zogenoemde BS-cellen (BSC) zijn opgenomen, zie figuur 10-53. Via de TCK- en TMS-ingangen kunnen deze cellen geprogrammeerd worden, bijvoorbeeld transparant gemaakt of naar tri-state gestuurd. Twee extra aansluitingen TDI en TDO worden door alle cellen gelust en gaan op print-niveau van IC naar IC. Er ontstaat dus een grote testlus over de gehele printplaat, die volledig geprogrammeerd kan worden op een bepaalde test en waarvan de testresultaten via de testlus uit de printplaat kunnen worden uitgelezen.

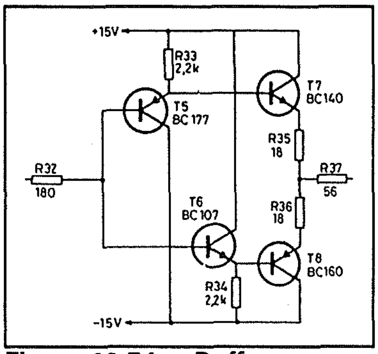


Figuur 10-53: BST.

BT-snede Het uitsnijden van een plaatje piëzo-elektrisch materiaal uit een kristal onder een hoek van -49 graden ten opzichte van de X-as van het kristal. Deze snede heeft een temperatuurscoëfficiënt van exact nul bij een temperatuur van +25 °C. Kristallen die volgens de BT-snede zijn gemaakt, zijn uitstekend geschikt om, gemonteerd in een oventje, het hart van een frequentiereferentie te vormen.

Bucket brigade Engels, letterlijk vertaald "emmertjes brigade". Verzamelnaam voor alle schakelingen waarvan de werking berust op het transporteren van lading van condensator naar condensator. Bekendste leden van deze familie zijn de emmertjesgeheugens, analoge vertragingslijnen die het inkomende signaal vertragen door het op het ritme van een kloksignaal van condensator naar condensator te transporteren. De vertragingstijd is afhankelijk van het aantal condensatoren en van de frequente van de klok.

Buffer Is een schakeling met een versterking gelijk aan een en met een hoge ingangs- en lage uitgangsimpedantie, die gebruikt wordt als scheidingstrap tussen twee schakelingen, zodat de uitgangsspanning van de eerste trap niet beïnvloed wordt door de ingang van de volgende trap. Een van de beste bufferschakelingen die bestaat is getekend in figuur 10-54.



Figuur 10-54: Buffer.

Buffergeheugen Is in een computer een geheugen dat gebruikt wordt voor tijdelijke opslag van gegevens, die niet deel uitmaken van het resultaat van een berekening, maar gebruikt moeten worden bij het berekenen van het resultaat.

Burn-in Het "inbranden" van een schakeling, met andere woorden het onder de meest extreme bedrijfscondities testen van een nieuw gebouwde schakeling in de hoop dat die onderdelen die niet 100 % in orde zijn tijdens de burn-in de geest geven en niet nadien. Door een burn-in zullen de eigenschappen van de schakeling zich stabiliseren en zullen de primaire verouderingsverschijnselen achter de rug zijn alvorens de schakeling afgeregeld wordt.

Burst Is in de KTV-techniek een aantal pulsjes, dat tussen twee beelden als referentie wordt uitgezonden, en waarmee in de ontvanger de fase van een oscillator gecontroleerd wordt.

Burst-generator Een schakeling die een welbepaald aantal pulsjes of sinussen genereert en nadien voor een even welbepaald aantal perioden geen signaal opwekt.

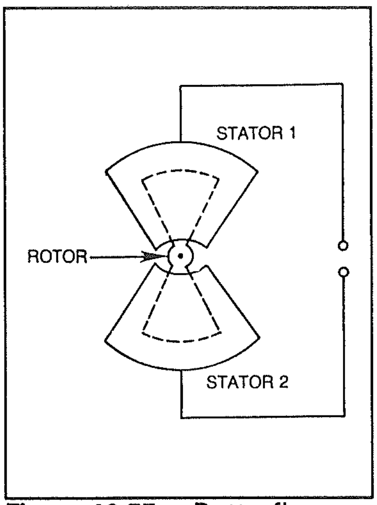
Bus Een groep leidingen die voor het transport van informatie zorg draagt. Over de computerbus wordt alle informatie verstuurd van het ene onderdeel naar het andere, dus bijvoorbeeld van het geheugen naar de processor en van de processor weer terug naar het geheugen. Computerbussen zijn samengesteld uit de adresbus, de databus en de besturingsbus. Op de adresbus verschijnen de geheugenadressen, waar de gegevens staan die via de databus opgehaald moeten worden. De besturingsbus regelt het verkeer op de bus.

Busarbiter Een schakeling die in moderne computer bussystemen zorg draagt voor het in goede banen leiden van het verkeer op de bus en die prioriteiten toekent aan de perifere schakelingen die toegang tot de bus willen verkrijgen.

Busdriver Een schakeling die tussen de bus en de perifere schakelingen van een computersysteem wordt opgenomen en er door zijn bidirectionele en tri-state werking voor zorgt dat een perifere schakeling al dan niet met de bus wordt verbonden.

Busline Is in het algemeen een verbinding tussen verschillende trappen, die gebruikt wordt voor het verspreiden van de voedingsspanning, de massa of het signaal.

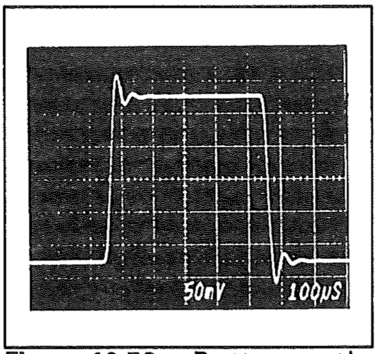
Butler oscillator Een oscillator die is opgebouwd uit twee als versterker geschakelde transistortrappen en waarbij een kristal is opgenomen in de meekoppeling van de uitgang naar de ingang.



Figuur 10-55: Butterfly condensator.

Butterfly condensator Een regelbare condensator met twee vaste platen (de stator) en een draaibare plaat (de rotor) die gemeenschappelijk is voor de twee stator's, zie figuur 10-55. De condensator wordt alleen aangesloten tussen zijn twee stator's, zodat er geen sleepcontacten naar de rotor noodzakelijk zijn.

Butterworth filter Een frequentieselectief filter, dat voornamelijk in LF-schakelingen wordt toegepast en dat wordt gekarakteriseerd door een zeer vlak verlopende amplitude-frequentie karakteristiek in de doorlaatband van het filter. Als nadeel staat hier tegenover dat de stapresponse niet zo best is, bijvoorbeeld vergeleken met een Bessel-filter.
In figuur 10-56 is deze response getekend als aan de ingang een blokspanning wordt aangelegd met een frequentie die ver buiten de actieve frequentie van het filter valt.



Figuur 10-56: Butterworth-filter.

Buzzer Een onderdeel dat een waarschuwingsgeluid produceert. De meest bekende buzzers zijn de piëzo-ceramische resonatoren, die aangesloten moeten worden op een astabiele multivibrator en dan een luid gezoem genereren.

BVM Staat voor buisvoltmeter, is (was) een apparaat, geschikt voor het meten van spanningen, stromen en weerstan-

den. Tussen de ingangsklemmen en het meetinstrument wordt een dubbele triode gebruikt, waardoor de inwendige weerstand van de meter zeer hoog was. Tegenwoordig vervangen door FET-voltmeters.

By-pass condensator Is een condensator die op verschillende punten op een printplaat geschakeld wordt tussen de massa en de voedingsspanning en die tot taak heeft stoorpulsen die op de voedingslijn zouden kunnen ontstaan (als gevolg van de lange lijnen op de print of de snelheid van de gebruikte schakelingen) naar massa kort te sluiten.

Byte Een verzameling van acht bits, die samen een data-eenheid vormen. Met de 8 lijnen die ieder "L" of "H" kunnen zijn, kunnen 256 verschillende codes getransporteerd worden. Bovendien is de byte een eenheid geworden, waarmee de registerbreedte van een processor en de omvang van het geheugen van een computer wordt aangegeven.
0,5 byte = 1 nibble;
2 byte = 1 word;
4 byte = 1 longword;
1 kilobyte (kB) = 1.024 byte;
1 Megabyte (MB) = 1.048.576 byte.

C

C In de universele Europese notatie voor halfgeleiders staat C, als eerste letter gebruikt, voor gallium-arsenide (GaAs) als grondstof voor een halfgeleider en, als tweede letter gebruikt, voor een transistor bestemd voor gebruik in voorversterkertrappen van geluidsapparatuur.
Voorbeelden: een CQY81 is een zeven-segment indicator, opgebouwd met LED's (gallium-arsenide als grondstof) en een BC107 is een silicium laagfrequent-laagvermogen transistor.

C Afkorting van capaciteit, de grootheid waarmee de waarde van condensatoren kan worden gemeten.

C Een hogere programmeertaal, in eerste instantie ontwikkeld door Digital Research.

Cache Een deel van het fysieke snelle computergeheugen dat wordt gebruikt voor tijdelijke opslag van gegevens die afkomstig zijn van tragere media, zoals een harde schijf of een CD-ROM. De gegevens die in de cache staan kunnen veel sneller worden gelezen door de processor.

CAD Engels voor "computer aided design". In het algemeen computerprogramma's die bij de ontwikkeling van elektronische schakelingen behulpzaam zijn. Denk hierbij aan een bibliotheek van (deel)-schakelingen, het doorrekenen van een model, het genereren van testpatronen etc. Vaak zijn CAD-programma's gekoppeld met CAM-programma's (CAD/CAM).

Cadmium-cel Is een onderdeel dat is opgebouwd uit een cadmium-legering en dat bijzonder gevoelig is voor ultra-violet licht en minder gevoelig voor zichtbaar licht. Cadmiumcellen kunnen dus gebruikt worden als UV-detector.

CAL Afkorting van "conversational algebraic language", een programmeertaal voor algemene toepassingen, voornamelijk toegepast in systemen die gebruik maken van timesharing.

Calculator Een apparaat of schakeling dat/die ontwikkeld is voor het maken van wiskundige berekeningen.

Calibrator In het algemeen een apparaat dat een signaal met zeer nauwkeurige eigenschappen (zoals frequentie, grootte) genereert en dat wordt gebruikt voor het ijken van andere apparaten. Zo bestaan er calibratoren die door middel van een kristal-oscillator frequenties afgeven die precies 25 kHz uit elkaar liggen en die kunnen worden gebruikt voor het ijken van de afstemschaal van een ontvanger.

Call Een uitzending door een zendstation met als doel een bepaalde ontvanger te attenderen op het feit dat het daaropvolgend bericht voor die welbepaalde ontvanger is bedoeld.
In de computerterminologie is een CALL een aanroep van een subroutine.

CAM Engels voor "computer aided manufacturing". Uitgebreide CAD-programma's waarbij tevens de lijsten van componenten worden aangemaakt, ponsbanden voor besturing van machines die automatisch de komponenten op de bedrukte bedrading aanbrengen worden gegenereerd, ponsbanden voor besturing van componentselektie machines worden gemaakt, het tekenen van gedrukte bedradingen wordt geautomatiseerd (kan zowel op CAD als op CAM niveau gebeuren).

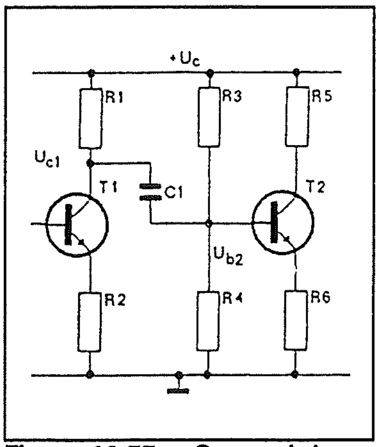
Camera Een apparaat dat in staat is stilstaande of bewegende beelden om te zetten in een elektrisch signaal, dat alle visuele informatie van het opgevangen beeld bevat.

Can Engels voor de metalen behuizing waarin transistoren, dioden en IC's worden ondergebracht.

Capaciteit Een van de fundamenteelste grootheden van de elektronica. Definieert het natuurkundige gegeven dat tussen twee elektrische geleiders, van elkaar gescheiden door een isolerende stof, een elektrisch veld ontstaat dat wordt gekarakteriseerd door een lading. De lading wordt uitgedrukt in Coulomb.

Capaciteit De eigenschap van een batterij of een accumulator om gedurende een bepaalde tijd een bepaalde hoeveelheid elektrisch vermogen te leveren. De capaciteit van een accu wordt uitgedrukt in Ampère*uur (Ah) en geeft aan hoeveel stroom (in A) de accu kan leveren gedurende hoeveel tijd (in uur) alvorens volledig ontladen te zijn.

Capacitieve koppeling Een schakelprincipe, waarbij het uitgangssignaal van een eerste schakeling via een condensator wordt doorgekoppeld naar de ingang van de volgende schakeling. Het grote voordeel van de capacitieve koppeling is dat de gelijkspanningsniveaus op de uitgang van de eerste schakeling en de ingang van de tweede schakeling niet aan elkaar gelijk moeten zijn. Het gevolg is dat het ontwerp van de schakelingen veel eenvoudiger wordt. In figuur 10-57 is een eenvoudig voorbeeld gegeven van een capacitieve koppeling tussen twee transistortrappen.



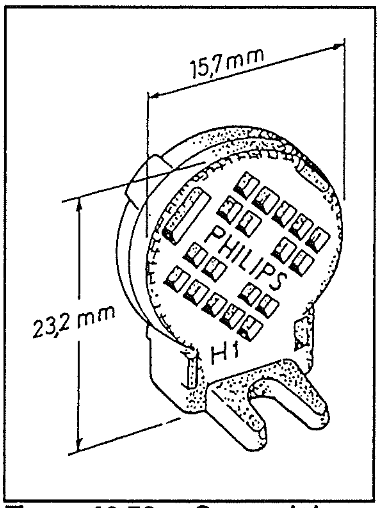
Figuur 10-57: Capacitieve koppeling.

Capacitieve reactantie De wisselstroomweerstand die een ideale condensator biedt aan de doorgang van wisselstroom. De eenheid van deze reactantie is de Ω, het symbool X_C. De waarde van de reactantie is afhankelijk van de grootte van de condensator en van de frequentie van het signaal en wel volgens de uitdrukking $X_C=1/[2*\pi*f*C]$. Wordt ook wel de impedantie van de condensator genoemd.

Capacitieve transducer Een sensor op capacitieve basis. De te meten grootheid, bijvoorbeeld druk of vocht, beïnvloedt de waarde van de capaciteit van de transducer. De meeste luchtvochtigheidsmeters zijn uitgerust met een capacitieve transducer, zie figuur 10-58, waarin de bekende Philips-uitvoering H-1 wordt voorgesteld.

Capstan Bij bandrecorders voor audio, video en data de meestal rechtstreeks met de motor gekoppelde draaiende as, die verantwoordelijk is voor de constante bandsnelheid waarmee de band langs de koppen gevoerd wordt.

Capture range In het algemeen het vanggebied van een schakeling.

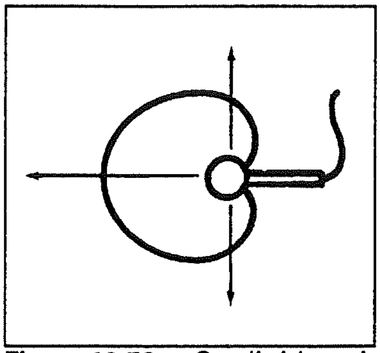


Figuur 10-58: Capacitieve transducer.

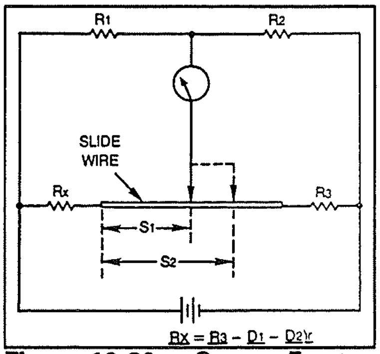
Bij phase locked loops bijvoorbeeld, geeft de capture range het frequentiegebied van de ingang aan, waarbinnen de schakeling nog in staat is de frequentie van de eigen oscillator in te regelen op de ingangsfrequentie.

Cardew voltmeter Een voltmeter voor gelijk- en wisselspanning, die de grootte van een spanning meet aan de hand van de warmte-uitzetting van een draadje. Legt men over dat draadje een spanning aan, dan zal er een stroom door dat draadje gaan vloeien, waarvan de grootte recht evenredig is met de grootte van de spanning. Het in de draad opgewekte vermogen (gelijk aan stroom * spanning) zorgt voor opwarming van het draadje, dat hierdoor gaat uitzetten.

Cardioide microfoon Is een microfoon, die niet in alle richtingen even gevoelig is. De microfoon is veel minder gevoelig voor geluid dat van achter komt dan voor geluid dat frontaal erop valt. Dit soort microfoons wordt toegepast als geluiden uit bepaalde richtingen verzwakt moet worden, zoals bij concerten (het geroezemoes van het publiek) of bij versterkingsinstallaties (het geluid van de luidsprekers). In figuur 10-59 is de richtingsgevoeligheid van een cardioide microfoon getekend. Deze curve heeft een typisch niervormig verloop, vandaar dat men dit soort microfoon ook wel eens nier-microfoon noemt.



Figuur 10-59: Cardioide microfoon.



Figuur 10-60: Carey-Foster brug.

Carey-Foster brug Een variatie op de beroemde brug van Wheatstone, waarmee men zeer nauwkeurig weerstanden kan meten, waarvan de waarde ligt in de buurt van een bekende referentieweerstand. In figuur 10-60 is de schakeling van deze brug getekend. De waarde van de onbekende weerstand R_X is ongeveer gelijk aan de bekende referentieweerstand R3. De weerstanden R1 en R2 zijn exact aan elkaar gelijk. Tussen R_X en R3 is een

weerstandsdraad "Slide Wire" opgenomen, die met een loper afgetast kan worden. De waarde van de onbekende weerstand wordt gegeven door de formule R_x=R3-(d1-d2)*r, waarin r staat voor de soortelijke weerstand van de weerstandsdraad.

Carrier Engels voor draaggolf. Is in de zendertechniek het signaal dat verantwoordelijk is voor het transport van het uit te zenden signaal. Bij amplitude-modulatie wordt de grootte van de draaggolf gevarieerd op het ritme van het signaal, bij frequentie-modulatie wordt de frequentie van de carrier gevarieerd.

Carrier detect Een technologie bij MODEM's die onderzoekt of de verbinding met het andere systeem tot stand is gekomen.

Carrier shift Eigenschap van een amplitude-gemoduleerd signaal die de ongewenste variatie in de grootte van de draaggolf definieert.

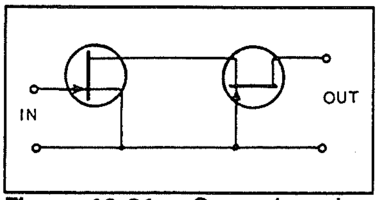
Carry In de digitale elektronica een bit dat wordt overgedragen van de ene opteller naar de volgende opteller.

Cartridge Engelse benaming voor (digitale) magneetband cassette, waarop digitale gegevens onder magnetische vorm kunnen worden opgeslagen.

CAS Staat voor "centraal antenne systeem". Is een systeem, waarbij verschillende verbruikers (TV-toestellen) aangesloten zijn op een centraal opgestelde antenne.

Cascade schakeling Een schakeling waarbij het signaal in de logische volgorde door de achter elkaar geschakelde trappen loopt.

Cascode schakeling Een speciale versterkerschakeling, samengesteld uit twee FET-transistoren, opgebouwd (zie figuur 10-61) uit een geaarde source-schakeling, rechtstreeks gekoppeld aan een geaarde gate-schakeling. De cascode wordt gekenmerkt door een zeer hoge ingangsimpedantie, een zeer lage ruis en een zeer grote versterking.



Figuur 10-61: Cascode schakeling.

Cassegrain antenne Een richtingsgevoelige antenne, waarbij de energie naar een kleine reflector wordt gevoerd via een golfgeleider in het centrum van een grote reflector.

Cassette Een behuizing voor magnetische band die gemakkelijk in het opneem- of afspeelapparaat aangebracht kan worden.

Caviteit In het algemeen een gesloten metalen kamer(tje) met zeer gladde wanden, waardoor stralingsenergie vrijwel zonder verlies tussen de wanden kan reflecteren en waardoor dus een soort van oscillatie ontstaat.

CB Engels, afkorting van "citizen band" (burger band). Een voor algemeen gebruik vrijgegeven radioband, opgebouwd uit 22 kanalen in het frequentiegebied tussen 26,96 en 27,28 MHz. Er wordt tegenwoordig voornamelijk met FM gemoduleerd, zodat een storingsvrije ontvangst is gegarandeerd. Het gebruik van de CB-band is zonder vergunning toegestaan, er worden ook geen roeptekens afgegeven. Wel zijn de zenders aan bepaalde reglementen gebonden, met name wat betreft het maximale vermogen, het wijzigen van de schakelingen (nabranders!) en het in gebruik nemen van zelfbouw-apparatuur is officieel verboden. De op de markt zijnde apparatuur is echter zeer gebruikers-vriendelijk en voor redelijke prijzen te koop.

C-band Het frequentiegebied tussen 3,9 GHz en 6,2 GHz.

CCD Afkorting van "charge coupled device". In het algemeen een onderdeel dat in staat is gegevens te verwerken door middel van capacitieve ladingsoverdracht. Typische voorbeelden van CCD's zijn de emmertjesgeheugens, analoge schakelingen die een analoog signaal vertragen door het signaal onder de vorm van ladingen op te bergen in zeer kleine condensatoren en de lading van condensator naar condensator door te koppelen. Een tweede voorbeeld is de moderne beeldsensor, die tegenwoordig in iedere videocamera aanwezig is en die het door een lens opgevangen beeld in tienduizenden uiterst kleine CCD's opslaat.

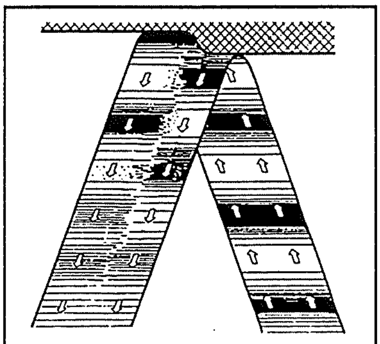
CCIR Afkorting van "Comité Consultatif International des Radiocomminications", een internationaal orgaan dat wereldwijde normen opstelt op het gebied van telecommunicatie.

C-core Is een speciale vorm van transformatorkern. Bij dit soort trafo's zullen de opgewekte magnetische velden niet door de kern gaan zwerven, maar zullen een constante en gesloten bundel vormen.

CCTV Afkorting van "closed circuit television", een TV zend- en ontvangsysteem dat niet voor algemene doeleinden beschikbaar is, maar slechts in beperkte kring. Een TV-programma in een ziekenhuis

is een typisch voorbeeld van CCTV.

CD Afkorting van "compact disk", een registratietechniek van digitale gegevens. De gegevens worden onder de vorm van zeer kleine nokjes in het oppervlak van een schijfje kunststof geperst of gebrand. Nadien wordt het oppervlak gespiegeld. De gegevens worden uitgelezen door het oppervlak aan te stralen met een dunne laserstraal. Deze wordt ofwel volledig gereflecteerd, ofwel gedeeltelijk afgebogen door de nokjes, zie figuur 10-62. Uit het verschil in teruggekaatst licht kunnen de digitale gegevens weer uitgelezen worden. Het oorspronkelijk door Philips en Sony ontworpen systeem was bedoeld voor de registratie van geluid. Inmiddels is er uit deze oorspronkelijke toepassing een hele familie ontstaan, zoals het registreren van computergegevens (CD-ROM), van video (Video-CD), van foto's (Photo-CD) en van interactieve gegevens (CD-I). Alle standaarden worden in 1997 verenigd in een nieuwe overkoepelende standaard die DVD wordt genoemd.



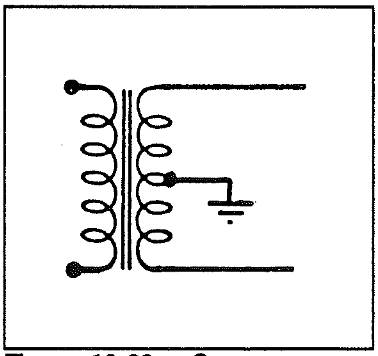
Figuur 10-62: CD.

Cel Een apparaat dat gelijkspanning opwekt door middel van elektrochemische of elektrobiologische reacties. Cellen zijn in twee groepen in te delen. Elementen wekken eenmalig elektriciteit op en zijn nadien niet meer bruikbaar. Accumulatoren kunnen, nadat zij hun elektrische energie hebben afgegeven, opnieuw opgeladen worden.

Celsius schaal Een eenheid voor het meten van temperatuur, met als ijkpunten de temperatuur van bevriezend en van kokend water, respectievelijk 0 °C en +100 °C. De eenheid van deze temperatuurschaal is de graden Celsius, afgekort tot °C.

Center of gravity Zie COG-strategie.

Center tap Een aftakking op een weerstand, een transformator of een spoel, zodat de totale waarde van het onderdeel gesplitst wordt in twee even grote deelwaarden, zie figuur 10-63.

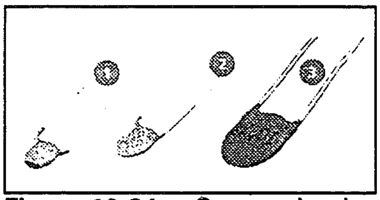


Figuur 10-63: Center tap.

Central processing unit Zie CPU.

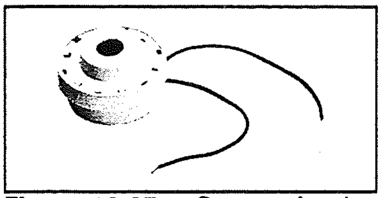
Centrifugale schakelaar Een schakelaar die in- en uitschakelt onder invloed van de centrifugale kracht. Dit is de kracht die rond draaiende voorwerpen naar buiten wil trekken. Centrifugale schakelaars worden bijvoorbeeld gebruikt als alarmschakelaar op motorassen, die de stroom onderbreken als de motor te veel toeren gaat maken.

Ceramische condensator Een condensator waarvan het diëlektricum bestaat uit een ceramisch materiaal, zoals bariumdioxyde. Ceramische condensatoren worden gekenmerkt door zeer goed hoogfrequente eigenschappen, zodat zij vaak worden toegepast voor het ontkoppelen van signalen waarop geen HF-storing mag ontstaan. Ceramische condensatoren worden meestal gefabriceerd in de typische vormgeving die in figuur 10-64 wordt voorgesteld.



Figuur 10-64: Ceramische condensator.

Ceramische transducer In het algemeen een onderdeel dat een bepaalde grootheid omzet in een andere grootheid door een interactie met een piëzo-elektrisch materiaal in de transducer. Typische voorbeelden van dergelijke transducers zijn de bekende kleine zoemertjes, waarvan figuur 10-65 een mooi voorbeeld geeft.



Figuur 10-65: Ceramische transducer.

Ceramisch filter Een onderdeel dat, net zoals een LC-filter, kan afgestemd worden op een bepaalde frequentie. Het materiaal dat verantwoordelijk is voor de filterkarakteristieken is

een ceramisch substraat met piëzo-elektrische eigenschappen. Dit materiaal gaat trillen als er elektrische spanningen worden op aangelegd en de eigenschappen van het materiaal bepalen de eigen frequentie van deze trilling.

Cerenkov straling Een blauwachtig lichtverschijnsel dat ontstaat in een transparant medium als dit medium wordt doorstraald met elektrisch geladen deeltjes (bijvoorbeeld elektronen) waarvan de snelheid groter is dan de lichtsnelheid door het medium.

Cermet Afkorting van "ceramisch metaal". Een verbinding van een ceramisch materiaal, zoals titaniumcarbide, met een metaal, zoals nikkel. Cermet wordt gebruikt voor het maken van kwalitatief hoogwaardige instelpotentiometers, de zogenoemde Cermet-trimmers.

Cesium klok Een zeer nauwkeurige klok met een afwijking van maximaal een seconde in driehonderd jaar. Heeft als referentie de trillingsfrequentie van een bepaalde spectrale lijn van het cesium-atoom. Wordt gebruikt voor het synchroniseren van minder nauwkeurige klokken, bijvoorbeeld via de tijdcodezender in Frankfurt.

Cesium weerstand Is een onderdeel, dat is opgebouwd uit een cesium-legering en dat bijzonder gevoelig is voor infrarood licht.

CGA Afkorting van "color graphics adapter". Een in 1982 door IBM ontwikkelde standaard voor het aansturen van de beeldbuis van een computersysteem. De CGA-standaard werd gekenmerkt door zeven modi met een maximale tekstresolutie van 25 regels van 80 karakters, een maximale grafische resolutie van 640 bij 200 pixels bij zwart/wit en met maximaal vier kleuren bij een grafische resolutie van 320 bij 200 pixels.

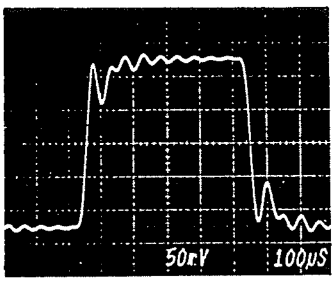
Character Engels voor karakter of teken, een meestal door een 7 of 8 bit brede digitale code gekarakteriseerde letter, cijfer of speciaal teken.

Charge coupled device Zie CCD.

Chassis Het metalen geraamte of de metalen behuizing, waarin elektronische schakelingen worden ondergebracht.

Chatter Een snel repeterend signaal als gevolg van interferentie tussen twee signalen.

Chebyshev-filter Een filter dat gekarakteriseerd wordt door een zeer scherpe doorlaatkarakteristiek, maar ook door zeer slechte fase-eigenschappen en pulsrespons. De doorlaatband vóór de afsnijfrequentie vertoont hevige schommelingen en de respons op een pulsspanning, zie figuur 10-66, is ook niet erg fraai. Vergelijk deze foto met 10-34 (Bessel-filter) en 10-56 (Butterworth-filter)! Maar als het er op aan komt zo scherp mogelijk te filteren na de afsnijfrequentie en de overige karakteristieken van het filter er erg weinig toe doen, is het Chebyshev-filter een goede keuze.



Figuur 10-66: Chebyshev-filter.

Check digit Een bit dat aan een groep van bits wordt toegevoegd om de geldigheid van de code van deze bits te controleren. Men kan bijvoorbeeld via dit extra bit het aantal "H"-bits steeds even maken. Blijkt bij de controle dat het aantal "H"-bits oneven is, dan betekent dit dat er een fout is opgetreden bij het verwerken van de groep van bits.

Chip Is een zeer dun schijfje halfgeleidermateriaal, waarop door middel van fotochemische technieken één of meerdere elektronische onderdelen zoals weerstanden, dioden en transistoren zijn gevormd. Een chip is het hart van ieder IC. Een chip heeft meestal kleinere afmetingen dan 2 bij 2 mm. De vrij grote behuizing van een IC is alleen maar nodig om de chip te kunnen aansluiten op de rest van de schakeling.

Choke Een spoel met een zo hoog mogelijke impedantie voor wisselspanning en een zo laag mogelijke weerstand voor gelijkspanning.

Chopped mode Een bij tweekanaals-oscilloscopen toegepast systeem waarbij de eindversterker van de vertikale afbuiging voortdurend heen en weer wordt geschakeld tussen de twee voorversterkers van de beide ingangskanalen en waardoor de indruk ontstaat dat er twee signalen gelijktijdig op het scherm worden geschreven. Meestal stuurt de chopper-schakelaar ook nog twee verschillende instelspanningen naar de eindversterker, zodat de beide beelden niet over elkaar maar onder elkaar op het scherm worden geschreven. De chopper-mode is zeer geschikt voor het weergeven van signalen met lage frequentie, bij snelle afbuigtijden kan er echter interferentie ontstaan tussen de frequentie

A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z

waarmee de chopperschakelaar wordt gestuurd en de afbuigfrequentie van de tijdbasis.

Chopper Een elektronische schakelaar die snel heen en weer schakelt tussen twee signalen.

Chopper versterker Een versterker voor zeer kleine gelijkspanningen, waarbij het ingangssignaal door middel van een chopper wordt omgezet in een wisselspanning, die nadien versterkt en weer gelijkgericht wordt. Hierdoor kan de versterker speciaal ontworpen worden voor het compenseren van allerlei driftverschijnselen, zoals temperatuursinvloeden. Dit zou bij de rechtstreekse versterking van de kleine gelijkspanningen veel problematischer zijn.

Chroma In het algemeen de term waarmee wordt uitgedrukt dat er met kleur gewerkt wordt, zoals in chroma-control, chromaversterker, etc.

Chromatische vervorming De vervorming die ontstaat door bepaalde onnauwkeurigheden in de samenstelling en constructie van een lens en die foutieve kleurweergave tot gevolg heeft.

Chromel Een legering van nikkel en chroom die gebruikt wordt in thermokoppels voor het nauwkeurig meten van hoge temperaturen.

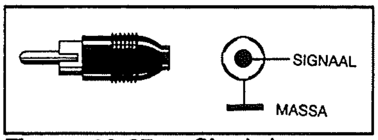
Chrominance Een term uit de kleuren-TV die de verhouding uitdrukt tussen een gereproduceerde kleurtint en een bepaalde standaard tint met dezelfde intensiteit.

Chrominance signaal In kleuren-TV het signaal dat de verzadigingsniveaus van de kleuren vertegenwoordigt.

Chroomdioxyde magneetband Magnetische band voor het opnemen en weergeven van geluid- en beeldinformatie, die tegenover de oudere ijzerdioxyde band een veel betere weergave van de hogere frequenties mogelijk maakt. Apparaten zijn echter niet zonder meer geschikt voor het weergeven van beide bandsoorten: alleen apparaten die over een bandsoort omschakelaar beschikken kunnen gebruik maken van chroomdioxyde banden.

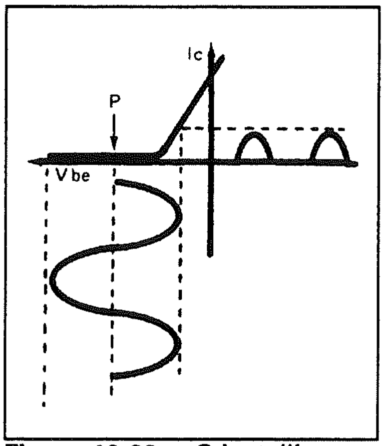
CIA Afkorting van "communications interface adapter". Een schakeling die de communicatie regelt tussen een computersysteem en de buitenwereld. Dergelijke schakelingen worden onder meer gebruikt voor het aansturen van de seriële poorten van de computer.

Cinch-bus Een tegenwoordig gestandaardiseerde connector voor het onderling verbinden van audio-apparatuur, zoals CD-spelers met versterkers, zie figuur 10-67.



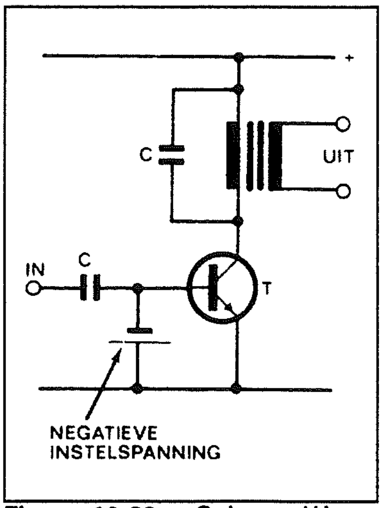
Figuur 10-67: Cinch-bus.

C-instelling Is een instelling van voornamelijk eindversterkers gebruikt in de zendtechniek, waarbij er zonder signaal aan de ingang geen stroom door de eindtransistoren loopt. Zelfs met signaal aan de ingang zal er alleen gedurende de toppen van dit signaal een stroom door de eindtrap lopen, zie figuur 10-68. Het gevolg is dat aan de uitgang van de versterker een zeer vervormd signaal ontstaat. Door middel van spoelen en condensatoren (zogenaamde afgestemde kringen) wordt uit dit signaal het bruikbare signaal uitgefilterd.



Figuur 10-68: C-instelling.

In figuur 10-69 is het allereenvoudigste voorbeeld getekend van een versterkertrap met klasse-C instelling. Door een grote negatieve instelling op de basis van de transistor wordt de halfgeleider in sper gestuurd. Alleen de signaaltoppen, die boven deze instelspanning uitkomen, zullen de transistor even in geleiding sturen. Via een transformator in de collector wordt het signaal uitgekoppeld.



Figuur 10-69: C-instelling, voorbeeld.

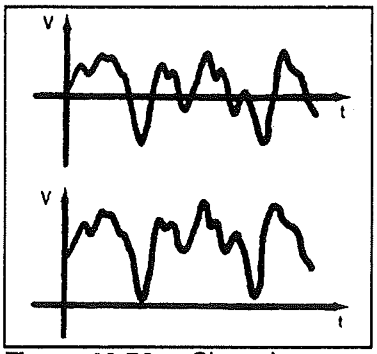
CIRC Afkorting van "cross interleaved Reed-Solomon code". Een door twee wiskundigen Reed en Solomon ontwikkelde

codering van de digitale signalen die op een CD worden geschreven met als doel het verminderen van de kans op leesfouten. Bij het CIRC-procédé worden de digitale frames die achtereenvolgend moeten worden geschreven niet in deze logische volgorde geschreven, maar op een bepaalde manier door elkaar gehusseld. Bij het lezen is dus de kans bijzonder klein dat een leesfout zoveel bits van een frame foutief inleest, dat het frame niet meer hersteld kan worden door de foutcorrectie schakelingen.

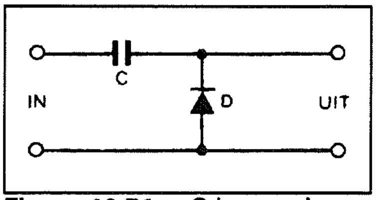
Circuit Is de verzamelnaam voor schakeling. Als onderdelen zoals weerstanden, spoelen, transistoren en dioden zo geschakeld zijn dat de combinatie van deze onderdelen één bepaalde funktie kan verrichten, dan noemt men die combinatie een circuit.

Cirkelfrequentie Is een begrip uit de theoretische elektriciteit en wordt vaak gebruikt in formules. De cirkelfrequentie heeft als symbool ω (Griekse letter omega) en is gelijk aan de frequentie van een signaal, uitgedrukt in Hz, vermenigvuldigd met 2 maal π (pi ofwel 3,14). In formulevorm: $\omega=2*\pi*f$.

Clamping Is een schakeltechniek, waarbij een gedeelte van een wisselspanningssignaal wordt vastgelegd op een bepaalde, constante spanning. In het voorbeeld van figuur 10-70 wordt een typisch verlopend geluidssignaal (bovenste grafiek) geclampt op 0 V (onderste grafiek). Zo'n schakeling wordt gebruikt, als men van een bepaald signaal niet de gemiddelde waarde wil meten, maar de maximale waarde. Het volstaat dan de op nul geclampte wisselspanning gelijk te richten en aan een meetinstrument aan te leggen. Clampschakelingen zijn opgebouwd uit dioden en condensatoren. In figuur 10-71 is een schakeling getekend, waarmee men een signaal op 0 V kan clampen. Als de spanning aan de ingang negatief wordt, dan gaat de diode geleiden en gaat er een stroom door de condensator vloeien. De rechter aansluiting van de condensator kan dus nooit negatief worden.

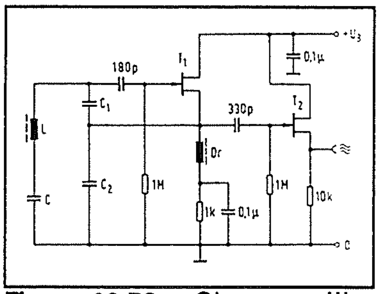


Figuur 10-70: Clamping.



Figuur 10-71: Clamping, voorbeeld.

Clapp-oscilator Een van de Colpitts-oscillator afgeleide schakeling, waarbij nog wel wordt teruggekoppeld vanuit de middenaftakking van twee condensatoren, maar waarbij de frequentiebepalende onderdelen gescheiden zijn van deze terugkoppeling. In figuur 10-72 is een typische Clapp-oscillator getekend. De condensatoren C1 en C2 verzorgen de noodzakelijke terugkoppeling om aan de oscillatie-voorwaarde te voldoen. De frequentie van de oscillator wordt bepaald door de seriekring L/C.



Figuur 10-72: Clapp-oscillator.

Clarifier Een knopje op een transceiver of meerbanden ontvanger, waarmee men de frequentie van een te ontvangen zender heel erg nauwkeurig kan instellen.

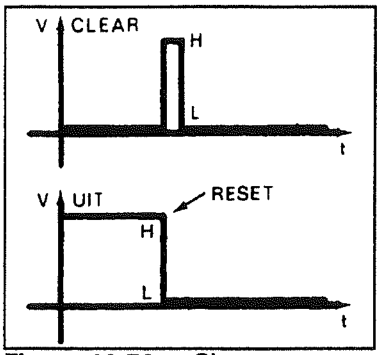
Clark cel Een chemische cel die een zeer nauwkeurig bekende klemspanning afgeeft, namelijk 1,434 V bij 15 °C en die gebruikt kan worden bij het afregelen van voltmeters.

Class-A Is de Engelse notatie voor A-instelling, zie aldaar. Men spreekt dus ook over class-B, class-AB, class-C en class-D voor de respectievelijke instellingen. Voor het verschil tussen de verschillende instellingen: zie aldaar.

Clean room Een ruimte waarin extreem hoge eisen worden gesteld aan de zuiverheid van de lucht en waarin zeer kritische elektronische componenten worden gemaakt.

Clear Is bij digitale schakelingen een ingang die, als er een puls op wordt gezet, er voor zorgt dat die schakeling omklapt naar haar rustpositie. Wordt ook wel eens reset genoemd. Een clear-ingang is een typisch voorbeeld van een asynchrone ingang. Dat is een ingang waarmee men op ieder willekeurig ogenblik de werking van de schakeling kan beïnvloeden. Dit in tegenstelling tot synchrone pulsen, die alleen maar actief zijn op het moment dat er op een andere ingang

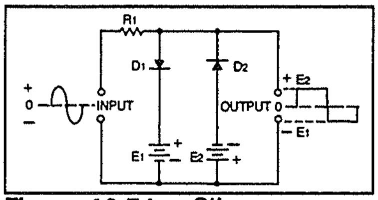
een clock-puls aanwezig is. In figuur 10-73 is geschetst, hoe men de uitgang van een flipflop naar de "L"-stand kan brengen door op de clear-ingang een puls te zetten.



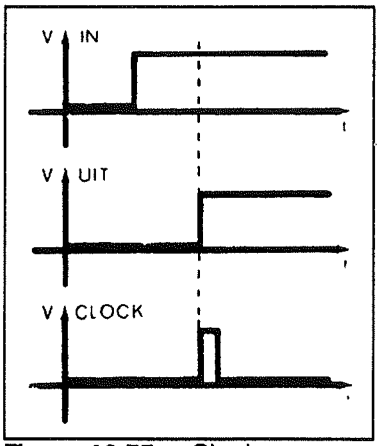
Figuur 10-73: Clear.

Clip Engels voor een miniatuur connector met een krokodilbek-structuur waarmee men heel nauwkeurig kleine onderdelen en dunne verbindingsdraadjes kan vastklemmen.

Clipper Een eenvoudige begrenzingsschakeling, vaak toegepast in zenders, waarmee men de pieken op het geluidssignaal kan verwijderen en op deze manier het oversturen van de zender-eindtrap kan verhinderen. Het voordeel van een clipper boven andere begrenzings-systemen is dat de clipper alleen werkt als er een positieve of negatieve piek aanwezig is en het gemiddelde niveau van de spraak ongemoeid laat. Daar staat wel tegenover dat clippers een niet te verwaarlozen vervorming introduceren en nauwkeurig ingesteld moeten worden, wil het signaal niet volledig onverstaanbaar worden. Clippers worden ook wel met een ingewikkelde reklame-kreet "speech processors" genoemd. Er zijn diverse clipperschakelingen ontwikkeld die nogal verschillen in praktische bruikbaarheid, verstaanbaarheid en vervormingspercentage. In figuur 10-74 is een heel eenvoudig voorbeeldje van een clipper getekend. Twee dioden worden op bepaalde spanningen E1 en E2 ingesteld. De dioden zullen gaan geleiden als het ingangssignaal groter of kleiner wordt dan deze instelspanningen.



Figuur 10-74: Clipper.



Figuur 10-75: Clock.

Clock Is bij digitale schakelingen een puls, die het commando geeft dat er in de schakeling bepaalde veranderingen mogen optreden. De clock-puls synchroniseert dus de werking van de schakelingen. In de diagrammen van figuur 10-75 zijn de in- en uitgang van een willekeurige digitale schakeling getekend. De ingangspuls zal alleen een verandering in de uitgang tot gevolg hebben, op het ogenblik dat er ook een clock-puls aanwezig is. Door de synchroniserende werking van de clock-puls wordt voorkomen dat er allerlei ongewenste overgangsverschijnselen en vertragingen in de schakeling gaan optreden. De ingangen van een digitale schakeling, die onderworpen zijn aan deze "bevoogding" door een clock-ingang, worden synchrone ingangen genoemd.

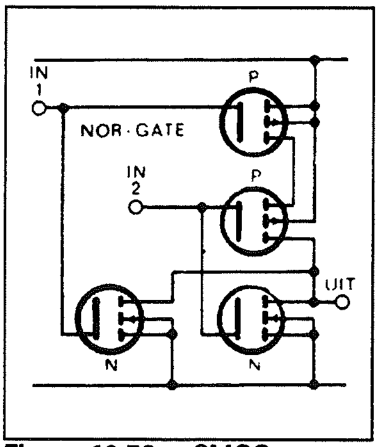
Clock rate Is het aantal veranderingen per seconde, die maximaal in een computer of een andere digitale schakeling kunnen optreden. De clock-rate wordt uitgedrukt in Hz. In een computer worden alle berekeningen herleid tot een groot aantal fundamentele bewerkingen op digitale gegevens. Het aantal allerfundamenteelste bewerkingen, die de computer per seconde kan uitvoeren, wordt dus aangeduid als de clock-rate. Als de clock-rate van een bepaald apparaat bijvoorbeeld 1 MHz is, dan kan dit apparaat dus 1 miljoen allerfundamenteelste bewerkingen per seconde uitvoeren. Hoe hoger de clock-rate, hoe sneller het apparaat werkt.

Closed loop Letterlijk "gesloten lus". Een schakeling werkt in closed loop als er een terugkoppeling aanwezig is van de uitgang naar de ingang.

CML Staat voor "current mode logic". Is het verzamelwoord voor een hele reeks digitale schakelingen in IC-vorm, waarbij de interne schakelingen zo zijn opgezet dat de transistoren nooit in verzadiging kunnen komen. In dit soort schakelingen werken de halfgeleiders dus niet als volledig open of volledig gesloten schakelaars. Het voordeel van deze IC's is dat ze erg snel reageren op veranderingen aan de ingang, zodat ze ook in staat zijn zeer hoge ingangsfrequenties te verwerken. Een nadeel is dat het verschil tussen de logische "L" en de logische "H", in V

uitgedrukt, erg klein is. Wordt door sommige fabrikanten ook ECL, emitter coupled logic, genoemd.

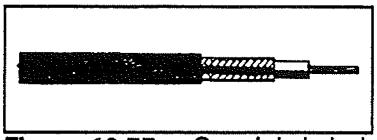
CMOS Staat voor "complementary metal oxide semiconductor". Is de verzamelnaam voor een reeks digitale schakelingen in IC-vorm, waarbij de logische functies worden uitgevoerd door combinaties van P- en N-MOS transistoren.
Deze schakelingen zijn enigszins vergelijkbaar met de bekende complementaire eindtrappen van laagfrequent versterkers. Een voorbeeldje van een CMOS-schakeling is in figuur 10-76 getekend. De kenmerken van CMOS digitale IC's zijn: zeer laag stroomverbruik, beperkt frequentiebereik en logische niveaus "L" en "H", die ongeveer gelijk zijn aan de massa- en de voedingsspanning.



Figuur 10-76: CMOS.

CMRR Engels, staat voor "common mode rejection ratio". Is een belangrijke eigenschap van verschilversterkers in het algemeen en van operationele versterkers in het bijzonder. Als aan de beide ingangen van een op-amp een identiek signaal wordt aangelegd, dan mag de op-amp dit signaal niet versterken (de twee ingangen werken immers tegengesteld). De CMRR geeft een idee over de manier waarop de op-amp aan die eis voldoet. De CMRR geeft de verhouding weer tussen de normale versterking van de op-amp en de versterking van die gelijke signalen op beide ingangen, uitgedrukt in dB. Hoe hoger dit getal, hoe beter de op-amp op dit punt voldoet. Normale waarde van de CMRR voor goedkope op-amp's: 90 dB.

Coaxiale kabel Is een kabel die gebruikt wordt voor het transporteren van hoogfrequent signalen en die is opgebouwd uit een metalen ader, omgeven door een mantel uit een geleidend materiaal. Deze mantel is de tweede geleider, hij wordt door middel van een isolerende stof op een bepaalde afstand van de centrale ader opgesteld, zie figuur 10-77. Een coaxiale kabel wordt gekenmerkt door een bepaalde impedantie, meestal 75 Ω. Een antenne met een impedantie van 75 Ω moet door middel van een coaxiale kabel met dezelfde impedantie verbonden worden met de ingang van een TV of een FM-tuner, die een ingangsimpedantie hebben van 75 Ω. Alleen als alle impedanties aan elkaar gelijk zijn is er sprake van optimale aanpassing en van maximaal energietransport van antenne naar TV of tuner.



Figuur 10-77: Coaxiale kabel.

COBOL Engels, staat voor "commercial business oriented language". Is een nu volledig verouderde computertaal waarmee typische berekeningen, die vaak in de handel voorkomen, door een computer opgelost kunnen worden. Het verschil met een normale computertaal is dat bij COBOL alle programmastappen in voor zakenlieden begrijpelijke taal zijn gesteld, zodat zij zelf de programmering van de computer ter hand konden nemen.

Coderen Hiermee wordt dikwijls bedoeld het handmatig overzetten van machine specifieke instructie-afkortingen (zogenoemde mnemonics) in de erbij behorende hexadecimale of binaire code.

Codering Een voorschrift over de omzetting van bepaalde tekens uit een bepaald stelsel naar bepaalde tekens van een ander stelsel. Een voorbeeld is de hexadecimale codering, waarbij de decimale getallen die bestaan uit de cijfers 0 tot en met 9 worden omgezet in getallen die bestaan uit de cijfers 0 tot en met 9 en de letters A tot en met F.

Coëfficiënt Een grootheid waarmee een eigenschap van een bepaald onderdeel wordt gedefinieerd, zoals de temperatuurscoëfficiënt, waarmee de afhankelijkheid van de eigenschap van het onderdeel in functie van de temperatuur wordt aangegeven.

Coërcitieve kracht De magnetische kracht noodzakelijk om het remanent aanwezige magnetisme tot nul te reduceren.

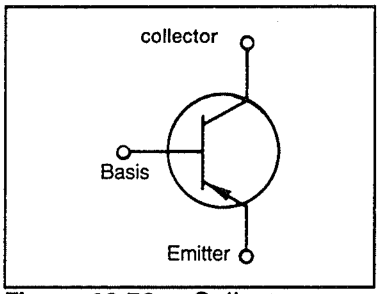
COG-strategie Afkorting van "center of gravity", een begrip uit de vage logica. Bij de defuzzificatie, het omzetten van de uitgangsfunctie in reële waarden, bepaalt de COG-strategie het zwaartepunt van de uitgangsfunctie en zet dit om in een reële waarde van de uitgangsgrootheid.

Coherente oscillator Een oscillator die een zeer zuiver signaal

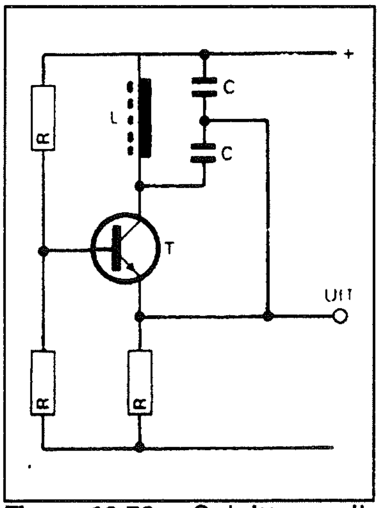
met zeer goed gedefinieerde eigenschappen opwekt, zoals een LASER.

Coïncidentie versterker Een versterker die alleen een uitgangssignaal levert als twee of meerdere ingangssignalen op hetzelfde tijdstip aanwezig zijn.

Collector De aansluiting van een bipolaire transistor die de door de emitter uitgezonden en door de basisstroom beïnvloede elektronenstroom ontvangt, zie figuur 10-78.



Figuur 10-78: Collector.



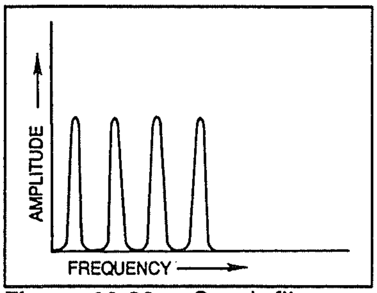
Figuur 10-79: Colpitts oscillator.

Color killer Een schakeling in een kleuren-TV, die bij afwezigheid van een kleursignaal een spanning genereert waarmee de specifieke kleurschakelingen worden uitgeschakeld.

Colpitts oscillator Is een oscillator, dus een schakeling die een sinusspanning met een bepaalde frequentie opwekt, waarbij de frequentie wordt bepaald door een netwerk dat is opgebouwd uit een spoel en twee condensatoren. De noodzakelijke terugkoppeling wordt gerealiseerd door de aftakking tussen beide condensatoren terug te koppelen naar de emitter. Wordt gebruikt voor het opwekken van frequenties in het radio- en TV-gebied. In figuur 10-79 is een karakteristiek voorbeeldje van een Colpitts-oscillator getekend.

Comb filter Een filter dat alleen een aantal zeer smalle frequentiebanden doorlaat en alle frequenties buiten deze smalle banden zoveel mogelijk spert. Comb filters worden bijvoorbeeld gebruikt in de audiotechniek voor het genereren van speciale effecten. In figuur 10-80 is de doorlaatkarakteristiek van een comb filter getekend. Comb filters worden tegenwoordig meestal gemaakt met digitale transversale filters.

Common mode spanning De spanning die op de twee ingangen van een verschilversterker in gelijke grootte, frequentie en fase voorkomt en die dus, door de specifieke werking van een verschilversterker, niet op de uitgang zal verschijnen. Brom, in dezelfde mate op beide ingangen aanwezig, is een typisch voorbeeld van een common mode spanning.



Figuur 10-80: Comb filter.

Common mode rejection ratio Een eigenschap van verschilversterkers, die uitdrukt in welke mate de versterker in staat is identieke spanningen die op beide ingangen aanwezig zijn, te onderdrukken. Omdat een verschilversterker het verschil berekent tussen de spanningen op beide ingangen, zouden dergelijke spanningen in theorie volledig onderdrukt moeten worden.

Compact disk Zie CD.

Compander Samenvoeging van de woorden "compressor" en "expander". Een schakeling die zowel in staat is een signaal te comprimeren (de dynamiek verkleinen) als een signaal te expanderen (de dynamiek vergroten). Wordt vaak gebruikt in de telecommunicatie om meer gegevens door een beperkte bandbreedte te persen.

Comparator Een schakeling die twee ingangssignalen met elkaar vergelijkt en aan de uitgang informatie geeft over de verhouding tussen beide signalen. Comparatoren bestaan zowel in analoge vorm, waarbij de absolute waarden van de signalen wordt vergeleken, als in digitale vorm, waarbij de getalswaarde van 2 ingangen of groepen ingangen met elkaar worden vergeleken.

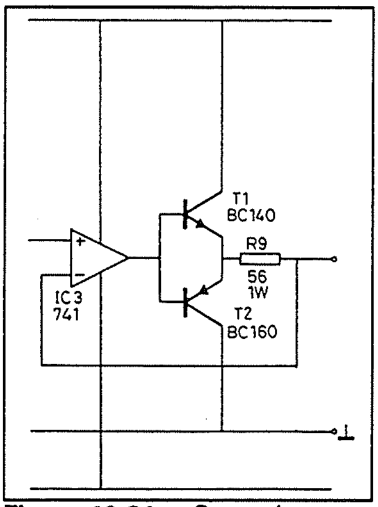
Compatible Engels voor "overeenkomstig", met elkaar in overeenstemming. Dikwijls wordt van iets gezegd dat het compatible is met iets anders, als het zonder of met zeer geringe aanpassing met of in dit "iets anders" is te gebruiken.

Compenseren Een techniek, waarmee een bepaalde slechte eigenschap van een schakeling wordt verholpen. Heeft een operationele versterker bijvoorbeeld een grote temperatuurscoëfficiënt, dan kan men bepaalde schakelingen invoe-

gen, waarmee deze slechte eigenschap wordt gecompenseerd.

Compiler Onder een compiler wordt verstaan een programma dat code, die in een hogere programmeertaal is geschreven, omzet in direkt door de processor uit te voeren (binaire) code. In principe is de hogere programmeertaalcode overdraagbaar. De compiler is machinegebonden en zorgt dus voor de aanpassing aan een bepaalde processor.

Complementaire schakeling Een schakeling, samengesteld uit een PNP- en een NPN-transistor of een N-channel en een P-channel FET. Complementaire schakelingen worden gekarakteriseerd door symmetrische eigenschappen ten opzichte van de massa en de voedingsspanning. In figuur 10-81 is een typisch voorbeeldje getekend van een complementaire schakeling.



Figuur 10-81: Complementaire schakeling.

Complexe signalen Signalen die zijn samengesteld uit verschillende andere signalen. Ieder complex zich repeterend signaal kan in principe worden ontleed in een aantal zuiver sinusoidale signalen, met bepaalde frequenties en bepaalde amplitudes.

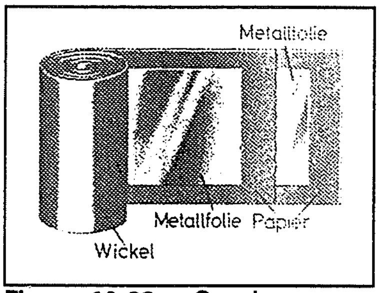
Component Engels voor onderdeel.

Composiet signaal Videosignaal dat zowel de beeldinformatie als de vertikale en horizontale synchronisatiepulsen bevat.

Compressie Een techniek waarbij de versterkingsfactor van een versterker niet constant is, maar afhankelijk van de grootte van het ingangssignaal. Hoe groter het ingangssignaal, hoe kleiner de versterkingsfactor en hoe minder snel het uitgangssignaal stijgt. Compressie wordt gebruikt om de dynamiek van signalen te verkleinen.

Computer Een elektronisch apparaat dat in staat is wiskundige bewerkingen uit te voeren. Naast de algemeen bekende digitale computers bestaan er ook analoge computers, waarbij de op te lossen wiskundige vergelijkingen eerst worden omgezet naar elektronische schakelingen. Nadien worden aan deze schakelingen ingangsspanningen gelegd, die recht evenredig zijn met de getallen die in de op te lossen wiskundige vergelijkingen voorkomen. De uitgangsspanning(en) van de analoge schakeling zijn dan recht evenredig met de oplossing(en) van de wiskundige vergelijkingen.

Condensator Een onderdeel dat in staat is elektrische lading gedurende een korte tijd te bewaren. De condensator bestaat, zie figuur 10-82, uit twee platen van geleidend materiaal (bijvoorbeeld metaalfolie), die gescheiden zijn door een isolator (bijvoorbeeld papier). Deze isolator wordt het diëlektricum genoemd. Een condensator wordt in de praktijk voornamelijk gekenmerkt door zijn capaciteit, uitgedrukt in Farad (F) en zijn doorslagspanning, uitgedrukt in V. Hoe groter de capaciteit, hoe meer lading het onderdeel kan opslaan.



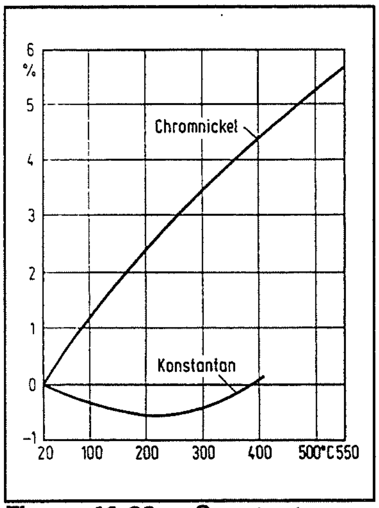
Figuur 10-82: Condensator.

Conductantie Een grootheid die aangeeft in welke mate een schakeling in staat is elektrische stroom te geleiden. De conductantie, met als symbool G en eenheid Siemens, is het omgekeerde van de weerstand van de schakeling.

Connector Een onderdeel dat speciaal ontworpen is om op een eenvoudige manier een of meerdere signaalvoerende geleiders met elkaar te verbinden. Er bestaan kabelconnectors, die aan kabels worden gemonteerd en chassisconnectors, die op de behuizing van een elektronisch apparaat thuis horen. Daarnaast onderscheidt men mannelijke connectors (male) waarbij de signalen op geleidende pennetjes ter beschikking staan en vrouwelijke connectors (female) waarbij de signaalvoerende geleiders verborgen zijn in gaatjes.

Console In het algemeen een bedieningspaneel waarmee apparatuur bediend kan worden. Meer specifiek de combinatie van een toetsenbord en een beeldscherm, waarmee een computergestuurd apparaat bediend kan worden.

Constantaan Een legering van koper (60 %) en nikkel (40 %) dat wordt gebruik in thermokoppels voor het nauwkeurig meten van hoge temperaturen. De soortelijke weerstand van constantaan heeft een zeer lage temperatuurscoëfficiënt, zie figuur 10-83, zodat deze legering ook wordt gebruikt bij de fabricage van nauwkeurige en stabiele draadgewonden weerstanden. In de grafiek wordt de weerstandsvariatie (uitgedrukt in %) van constantaan-draad vergeleken met deze van chroomnikkel-draad, over een temperatuurbereik van 20 °C tot 550 °C.



Figuur 10-83: Constantaan.

Constante In de wiskunde en de techniek een hoeveelheid van een grootheid die onder alle omstandigheden gelijk blijft. Een constante spanning is dus een spanning waarvan de waarde vast ligt.

Contact Een geleidend onderdeel van een schakelaar.

Contact bounce Het verschijnsel dat na het sluiten van de contacten van een drukschakelaar deze een tijdje trillen, waardoor het contact enige malen gesloten en geopend wordt alvorens er definitieve sluiting optreedt. Deze contact bounce is er de oorzaak van dat men geen digitale schakelingen rechtstreeks met een drukschakelaar kan aansturen. De optredende oscillaties in de schakelaarspanning kunnen digitale schakelingen (tellers) in de war sturen.

Contact potentiaal De kleine gelijkspanning die ontstaat als men twee geleiders uit een ander materiaal met elkaar in contact brengt. De grootte van dit potentiaal is onder meer afhankelijk van de temperatuur en vandaar dat men dit verschijnsel gebruikt voor het meten van temperaturen (thermokoppels).

Contrast De verhouding tussen minimale en maximale helderheid in een beeld.

Controlebus Is het deel van de systeembus van een computer, dat de besturingssignalen voor de verschillende blokken van het systeem vervoert, bijvoorbeeld lees- en schrijfsignalen.

Conus Dat deel van een luidspreker dat gaat trillen en dat verantwoordelijk is voor het opwekken van de luchtdrukverschillen, die de mens als geluid ervaart.

Convergentie Het verschijnsel dat de drie stralen van de drie elektronenkannonnen in een kleurenbeeldbuis op een bepaald punt, vlak bij het scherm, samenvallen. De convergentie moet in de meeste gevallen afgeregeld worden.

Converter In het algemeen een schakeling die een grootheid omzet in een andere grootheid. Een AC/DC-converter, bijvoorbeeld, is een ander woord voor gelijkrichter.

Coolidge buis Een buis die X-stralen genereert.

Corona ontlading Is een verschijnsel dat optreedt in schakelingen, waar met zeer hoge spanningen gewerkt wordt (enige tienduizenden V). Als er in zo'n schakeling verbindingen zijn die een scherpe bocht of knik maken, dan zal op dat punt een typisch lichtverschijnsel ontstaan, dat corona wordt genoemd. Dit wordt veroorzaakt doordat de lucht op die plaats geïoniseerd wordt en daardoor een geleider wordt. Een corona ontlading kan optreden in de extra-hoogspannings-generator (EHT) in een TV, als die schakeling niet zorgvuldig gebouwd is. Het verschijnsel uit zich dan door luid gekraak uit de luidspreker en door het af en toe even wegvallen van het beeld.

Cosmische ruis Elektromagnetische ruissignalen, die worden veroorzaakt door stralende bronnen in het heelal.

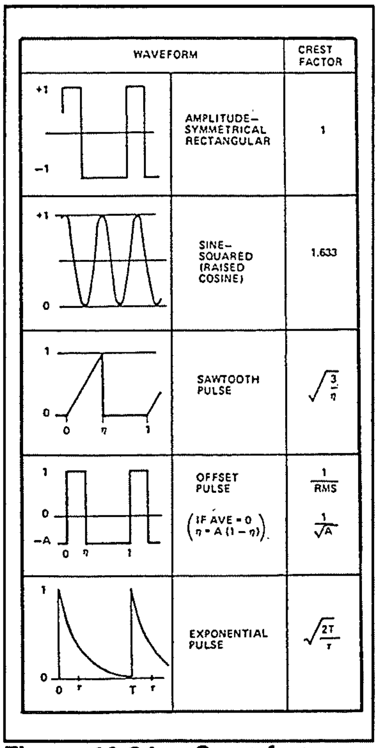
Coulomb De eenheid van elektrische lading, afgekort tot C. De hoeveelheid elektronen die in één seconde door een punt vloeit als de elektrische stroom door dit punt gelijk is aan 1 A. Komt overeen met $6{,}28 * 10^{18}$ elektronen.

Coulomb wet De algemene natuurkundige wet van de elektrostatische aantrekking, die zegt dat twee elektrisch geladen voorwerpen een kracht op elkaar uitoefenen die recht evenredig is met de grootte van de ladingen en omgekeerd evenredig met het kwadraat van hun onderlinge afstand.

Counter Engels voor teller. Dit woord wordt in twee betekenissen gebruikt. Allereerst voor een schakeling die de frequentie van een ingangssignaal deelt. Dergelijke schakelingen leveren dus na een bepaald aantal ingangspulsen een uitgangspuls. Deze schakelingen worden in het Nederlands aangeduid als "frequen-

tiedelers". In de tweede plaats wordt onder counter verstaan een schakeling, die één ingang heeft en verschillende uitgangen. Onder invloed van de pulsen op de ingang zullen de signalen op de uitgangen gaan veranderen ("L" of "H") en wel zo dat na iedere ingangspuls er op die uitgangen een andere, unieke combinatie van "L"- en "H"-signalen ontstaat. Dergelijke schakelingen kunnen dus gebruikt worden voor het onderscheiden van verschillende aantallen ingangspulsen.

CPS Engels, staat voor "cycles per second". Is de oude Engelse en Amerikaanse eenheid voor frequentie. Tegenwoordig gebruikt men ook daar de eenheid Hz (1 cps = 1 Hz).



Figuur 10-84: Crest-factor.

CPU Engels, staat voor "central processing unit". Zijn die schakelingen in een computer, die de rekenfuncties uitvoeren en die ervoor zorgen dat de verschillende berekeningen in de juiste volgorde gebeuren.

Crest factor Geeft de verhouding tussen de top-tot-top waarde van een periodieke wisselspanning en de effectieve waarde van deze spanning. De effectieve waarde van een wisselspanning is gelijk aan een gelijkspanning, die in een zuiver ohmse weerstand even veel warmte opwekt als de wisselspanning. Dank zij de crest-factor kan men dit "thermische equivalent" van gelijk welke vorm van wisselspanning bepalen. Voor een zuivere sinusspanning is de crest-factor gelijk aan 1,414. In de tabel van figuur 10-84 zijn de crest-factoren van een aantal vaak gebruikte wisselspanningen gegeven.

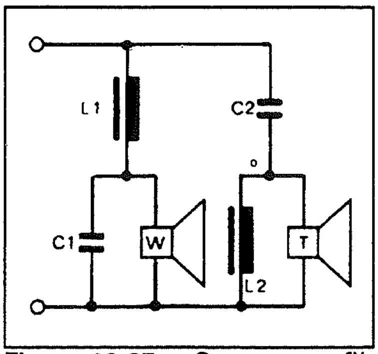
Crookes buis Een gasontladingsbuisje, samengesteld uit een met gas onder lage druk gevulde glazen ballon met een kathode en een anode.

Cross assembler Een computerprogramma, waarmee men machinecode-instructies van de ene processor kan vertalen in machinecode-instructies van een andere processor.

Crosshatch patroon Een testpatroon voor TV-beeldbuizen, opgebouwd uit vertikale en horizontale lijnen.

Cross-over In een grafiek het punt waar de curve de vertikale of horizontale as snijdt of het punt waar de curve de een of andere referentie-lijn snijdt.

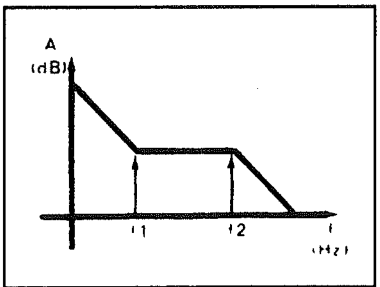
Cross-over filter Engels voor scheidingsfilter. Is een filter, opgebouwd uit weerstanden, condensatoren en spoelen, waarmee een frequentieband in delen wordt gesplitst. De lage frequenties gaan dan naar de ene schakeling en de hoge frequenties naar een andere schakeling. Cross-over filters treft men bijvoorbeeld aan in luidsprekercombinaties, waarbij het filter ervoor zorgt dat de lage tonen alleen naar de lage tonen luidspreker (woofer) gaan en de hoge tonen alleen naar de veel kleinere hoge tonen luidspreker (tweeter). Een typisch luidsprekerscheidingsfilter is getekend in figuur 10-85. De frequentiescheiding ontstaat door het feit dat condensatoren en spoelen geen constante wisselstroomweerstand hebben. Condensatoren hebben een lagere weerstand voor hoge frequenties dan voor lage en bij spoelen is dit net andersom.



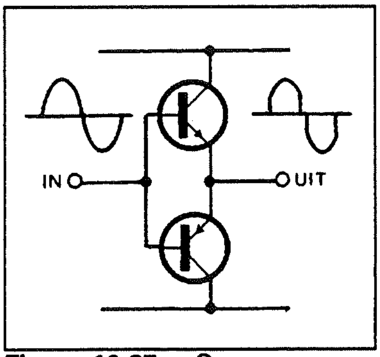
Figuur 10-85: Cross-over filter.

Cross-over frequentie Engels voor kantelfrequentie. Zoals men weet kan men het verband tussen de versterking van een bepaalde schakeling en de frequentie van de aan die schakeling aangeboden signalen grafisch uitzetten in de amplitude-frequentie karakteristiek. Als er in zo'n grafiek opeens een scherpe knik optreedt, met andere woorden als er een frequentie is, waarbij de versterking van de schakeling plotseling een andere waarde krijgt, dan noemt men die frequentie de cross-over frequentie van die schakeling. In figuur 10-86 is de amplitude-frequentie karakteristiek van een voorversterker voor magnetische pick-

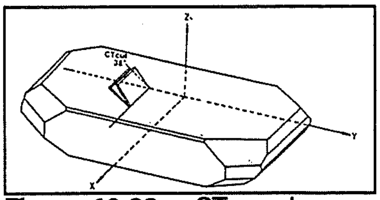
up elementen (een zogenaamde RIAA-versterker) enigszins geïdealiseerd getekend. Duidelijk stelt men vast dat er twee frequenties f1 en f2 zijn waarbij de waarde van de versterking plotseling verandert. Dit zijn de cross-over frequenties van de schakeling.



Figuur 10-86: Cross-over frequentie.



Figuur 10-87: Cross-over vervorming.



Figuur 10-88: CT-snede.

Cross-over vervorming Is in de versterkertechniek een soort vervorming die ontstaat bij eindversterkers die zijn opgebouwd met transistoren. Als de eindtrap, zoals getekend in figuur 10-87, symmetrisch is uitgevoerd, dan zal als er aan de ingang een signaal wordt gelegd, in de werking van de schakeling een zogenoemde dode zône ontstaan. Een transistor geleidt immers als zijn basisspanning ongeveer 0,7 V positiever of negatiever is dan de spanning op de emitter. Als de signaalspanning aan de ingang binnen deze twee grenzen zit, zullen beide transistoren sperren en zal er dus op de uitgang geen spanning verschijnen. Deze vervorming, die vroeger verantwoordelijk was voor het typische "transistorgeluid" kan tegenwoordig door verbeterde schakeltechnieken zo goed als volledig worden onderdrukt. Een indicatie dat een versterker last heeft van cross-over vervorming is dat zijn harmonische vervorming bij lage vermogens (enkele Watt's) groter is dan bij normale vermogens.

Cross-talk Is een verschijnsel in de digitale techniek, dat men het beste met overspraak in de versterkertechniek kan vergelijken. Als in een ingewikkelde digitale schakeling enige pulsvoerende leidingen parallel liggen (bijvoorbeeld op de print), dan kan het gebeuren dat een puls die op een van die verbindingen zit, via paracitaire overdracht terecht komt in de leidingen die er parallel naast lopen. Deze cross-talk kan dan door de schakeling als een zelfstandige puls worden geïnterpreteerd, waardoor de schakeling foutief zal gaan werken.

CRT Engels voor "cathode ray tube", kathodestraalbuis. Is een veel gebruikte afkorting voor het aanduiden van de beeldbuis van een oscilloscoop, TV of beeldscherm van een computer.

Cryotron Een speciale weerstand die supergeleidend kan worden gemaakt (de weerstand daalt tot nul) door de weerstand te onderwerpen aan een sterk magnetisch veld.

CT-snede Een bepaalde snede door een kristal onder een hoek van +38° rond de X-as, zie figuur 10-88. Een plaatje uit het kristal, onder deze hoek gesneden, heeft bij 25 °C een temperatuurscoëfficiënt van precies 0 ppm/°C en kan dus gebruikt worden voor het maken van zeer nauwkeurige frequentiereferenties.

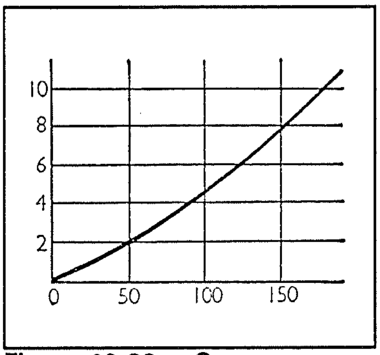
CTL Afkorting van "complementary transistor logic", een reeks digitale schakelingen die wordt gekenmerkt door een volledig complementaire opbouw.

Curie punt De temperatuur waarbij ferromagnetische materialen (gemaakt op basis van ijzer) hun magnetische eigenschappen verliezen. Van deze eigenschap wordt bijvoorbeeld gebruik gemaakt in temperatuurgeregelde soldeerbouten, waar de stroomtoevoer naar het verwarmingselement wordt onderbroken door een magnetische schakelaar als de punt van de bout zijn Curie punt bereikt heeft.

Current Engels voor stroom.

Cursor Het Engelse woord voor positie-aanduiding. Op het beeldscherm van een computer onder MS-DOS dikwijls een streepje onder een karakter, een karakter in omgekeerde video-representatie, al dan niet knipperend om aan te duiden waar de computer op dat moment op het scherm aktief is. Onder grafische besturingssystemen zoals Windows bestaat de cursor uit een pijltje dat door middel van een muis over het beeldscherm bewogen kan worden en waarmee men functies kan aanklikken en activeren.

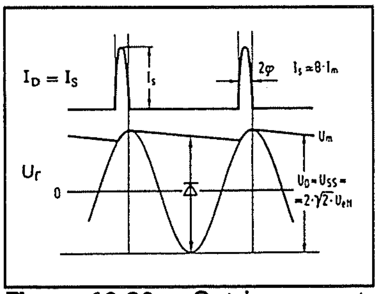
Curve In het algemeen de grafische voorstelling van het verloop van een bepaalde grootheid in functie van een andere grootheid. Een curve bestaat uit twee ten opzichte van elkaar loodrechte assen. Beide assen hebben een schaalindeling, waarbij de horizontale as per definitie de grootheid voorstelt in functie waarvan men het verloop van de andere grootheid wil meten. De curve van figuur 10-89 geeft het verloop van de anode stroom (vertikale as) in functie van de anode spanning (horizontale as).



Figuur 10-89: Curve.

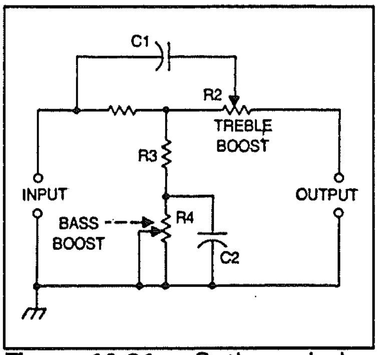
Curve tracer Een apparaat waarmee karakteristieken van een onderdeel of schakeling op een beeldscherm opgetekend kunnen worden. Een curve tracer voor het opnemen van de karakteristieken van een transistor levert bijvoorbeeld een in functie van de tijd toenemende basisstroom en levert synchroon een zaagtandspanning, waarmee de lichtstip van een oscilloscoop van links naar rechts over het scherm wordt gestuurd. Het apparaat stuurt de collectorstroom naar de vertikale afbuiging. Op deze manier ontstaat een curve, die het verband geeft tussen basis- en collectorstroom.

Cut-in en cut-out hoeken Bij een gelijkrichtdiode is de cut-in hoek de fasehoek waarbij de diode stroom begint te trekken, dus het moment waarop de spanning op de anode (de spanning die door de trafo geleverd wordt) groter wordt dan de spanning op de kathode (dat is de spanning op de afvlak-elco). Bij dezelfde gelijkrichtdiode is de cut-out hoek de fasehoek waarbij de diode stopt met geleiden, omdat de spanning op de anode (de spanning die door de trafo geleverd wordt) weer kleiner wordt dan de spanning op de kathode (de spanning die over de afvlakelco staat). Op dat moment moet de afvlakelco de taak van de trafo en de diode overnemen en vermogen aan de aangesloten verbruikers gaan leveren. In figuur 10-90 wordt een grafische toelichting gegeven op de begrippen cut-in en cut-out hoek. In de onderste grafiek zijn de trafospanning en de spanning over de afvlakcondensator getekend. In de bovenste grafiek is het stroomverloop I_D door de gelijkrichtdiode getekend. De openingshoek 2*φ van de diode is gelijk aan het verschil tussen de cut-out en de cut-in hoek.



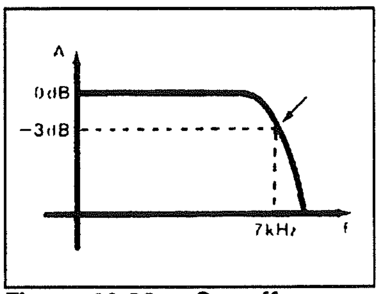
Figuur 10-90: Cut-in en cut-out hoeken.

Cutler schakeling Een heel eenvoudige toonregeling, zie figuur 10-91, samengesteld uit twee op een ingenieuze manier gecombineerde T-netwerken.



Figuur 10-91: Cutler schakeling.

Cut-off Engels, vrij vertaald: afsnijden. Dit woord heeft verschillende betekenissen. In de eerste plaats zegt men dat een transistor in cut-off staat als er door die halfgeleider geen stroom vloeit. De cut-off spanning is dan de spanning die men op de basis van de transistor moet zetten om hem in cut-off te brengen. De cut-off frequentie van een versterker is die frequentie, waarbij de versterking is teruggevallen op -3 dB ten opzichte van de versterking van een signaal met een frequentie van 1 kHz. Als men dus zegt dat de cut-off frequentie van een ruisfilter 7 kHz bedraagt, dan zullen alle signalen met een frequentie hoger dan 7 kHz meer dan 3 dB verzwakt worden door het ruisfilter. In de grafiek van figuur 10-92 is de amplitude-frequentie karakteristiek van zo'n ruisfilter getekend en is de cut-off frequentie door een pijltje aangeduid.



Figuur 10-92: Cut-off.

CW Engels, staat voor "continuous waves". Zijn zogenaamde ongemoduleerde hoogfrequente elektromagnetische golven, hetgeen wil zeggen dat de grootte van die golven constant blijft. Als men de draaggolf van een zender niet zou moduleren, dan zou dit signaal CW zijn.

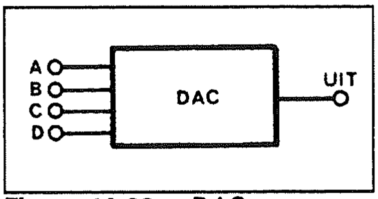
Cybernetica De wetenschap die zich bezig houdt met het zoeken van vergelijkingen tussen de manier waarop systemen gestuurd kunnen worden en de manier waarop biologische systemen werken.

Czochralski methode Een manier om grote monokristallijne halfgeleiders te fabriceren uit vloeibaar basismateriaal. Bij dit systeem wordt een klein "zaadje" van de stof (bijvoorbeeld een silicium-kristal) in vloeibaar silicium gedompeld en dan zeer langzaam teruggetrokken terwijl het zaadje zeer langzaam rond zijn as wordt geroteerd.

D

D In de universele Europese notatie voor halfgeleiders staat D, als eerste letter gebruikt, voor indium-antimonide als grondstof voor de halfgeleider en, als tweede letter gebruikt, voor vermogenshalfgeleider voor laagfrequent toepassingen. Voorbeeld: een AD149 is een germanium laagfrequent vermogenstransistor, van een indium-antimonide halfgeleider is geen praktisch voorbeeld gevonden.

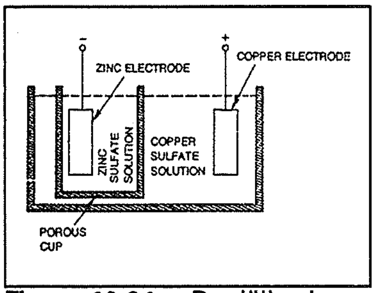
DAC Engels, staat voor "digital to analog converter". Is een schakeling, die aan zijn ingang een reeks digitale signalen ontvangt en uit deze signalen een analoge spanning afleidt, waarvan de grootte evenredig is aan het digitale gewicht van de code op de ingangen.
Als in het voorbeeld van figuur 10-93 alle ingangen "L" zijn, dan zal de uitgangsspanning van de DAC 0 V zijn. Is ingang A "H" en de anderen "L", dan is de uitgangsspanning bijvoorbeeld 1 V. Zijn alle ingangen "H", dan zal de uitgangsspanning gelijk zijn aan 16 V. De stapspanning van de DAC is dan gelijk aan 1 V.



Figuur 10-93: DAC.

Damping diode Een diode die wordt gebruikt voor het onderdrukken van oscillaties in een elektronische schakeling.

Daniëll cel Een natte niet gepolariseerde cel, waarvan de negatieve elektrode bestaat uit zink en de positieve elektrode uit koper, zie figuur 10-94. De zinken elektrode wordt opgenomen in een poreus kuipje waarin zich een oplossing van zinksulfaat bevindt. De cel wordt gevuld met een verzadigde oplossing van kopersulfaat. De Daniëll cel levert een klemspanning van 1,1 V af.



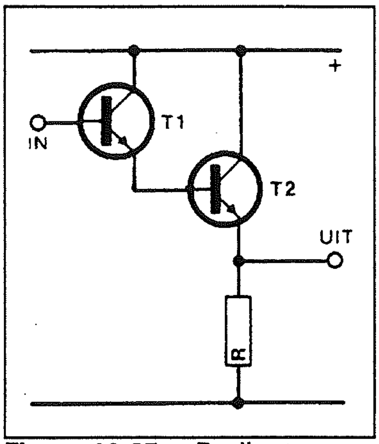
Figuur 10-94: Daniëll cel.

Dark spot signaal Een signaal dat door sommige soorten TV-camera's wordt gegenereerd en dat veroorzaakt wordt door het uitzenden van secundaire elektronen in de beeldopname elementen.

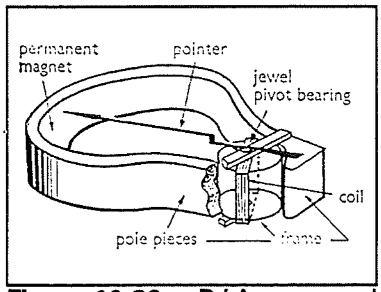
Darlington versterker Is een schakeling van twee transistoren, die gekenmerkt wordt door een stroomversterking, gelijk aan het produkt van de stroomversterkingen van de afzonderlijke transistoren. Deze schakeling, waarvan de karakteristieke vorm getekend is in figuur 10-95, wordt gebruikt als men een schakeling met een zeer hoge ingangsimpedantie wenst. Wordt ook wel eens super-emittervolger genoemd.

D'Arsonval meter Een analoge naaldmeter, waarbij de beweging van de meternaald wordt veroorzaakt door het magnetisch veld van een aan de naald bevestigd spoeltje, dat draait tussen de polen van een sterke permanente magneet, zie figuur 10-96.

Dash Het langste van de twee tekens die worden gebruikt in telegrafie-communicatie. Het andere heet dot.



Figuur 10-95: Darlington.



Figuur 10-96: D'Arsonval meter.

Data Engels woord dat het best vertaald kan worden met "gegevens". In het algemeen alle cijfers, karakters, hoeveelheden en andere specifieke grootheden, waarmee de omvang en de aard van de gegevens volledig omschreven kan worden.

Data acquisitie Het op elektronische manier verzamelen van gegevens, bijvoorbeeld het verzamelen van alle fysische grootheden die in een ingewikkeld chemisch proces van belang zijn. Hiervoor zijn speciale schakelingen ontwikkeld, die over meerdere ingangen beschikken, deze ingangen een voor een aftasten en de gelijkspanningen op de ingangen omzetten in digitale codes die

verder verwerkt kunnen worden.

Data bank Een opslagsysteem voor computergegevens, dat door verschillende gebruikers/sters kan worden geraadpleegd.

Data bus Busleidingen in een computer, waarover de gegevens in beide richtingen worden getransporteerd.

Data communicatie Het verzenden van gegevens in elektronische vorm tussen twee of meerdere plaatsen.

Data conversie Het omzetten van de vorm waarin gegevens zich bevinden. Het omzetten van analoge spanningen in digitale codes is de meest bekende vorm van data conversie.

Data flow De manier waarop gegevens zich door een systeem verplaatsen.

Data link Het onderdeel van een elektronisch systeem dat verantwoordelijk is voor het omzetten van de gegevens in een vorm waardoor zij door het systeem verwerkt kunnen worden.

Data processing Het inlezen, verwerken en weer uitlezen van elektronische gegevens door een systeem.

Data reductie Het door middel van bepaalde technieken verkleinen van de omvang van gegevens, bijvoorbeeld door er een compressie-programma op toe te passen. Bij degelijke programma's worden vaak voorkomende strings van gegevens vervangen door een bepaalde veel kortere code, waardoor de omvang van de gegevens daalt.

Data signaal Een van de lijnen van de computer databus, waarlangs de gegevens heen en weer worden verzonden tussen de verschillende onderdelen van het systeem. Data signalen komen steeds in groepen voor van 8, 16, 32 of 64 bit en worden meestal voorgesteld door het symbool D.

Data transmissie Het verzenden van gegevens van het punt waar zijn worden verzameld naar het punt waar zij worden verwerkt.

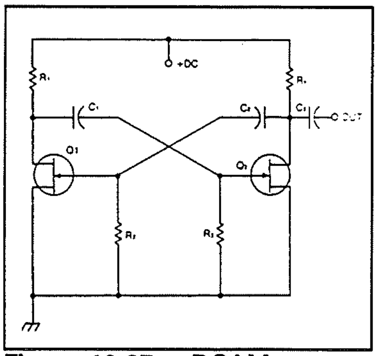
Data woorden In de computertechniek een hoeveelheid bits die gegevens bevat. Woorden zijn 4 (niblle), 8 (byte), 16 (d-word), 32 of 64 bit breed.

dB Afkorting van decibel.

dBm Afkorting van "decibels gerefereerd naar 1 mW vermogen". Een signaal heeft een grootte van 0 dBm als het 1 mW vermogen genereert in een belasting van 600 Ω.

DBX Een door Japanse bedrijven ontwikkeld ruisonderdrukkingssysteem, dat voornamelijk wordt toegepast in professionele audio-apparatuur.

DC Engels, staat voor "direct current". Is de algemeen aanvaarde afkorting voor het aangeven van gelijkspanning of -stroom.



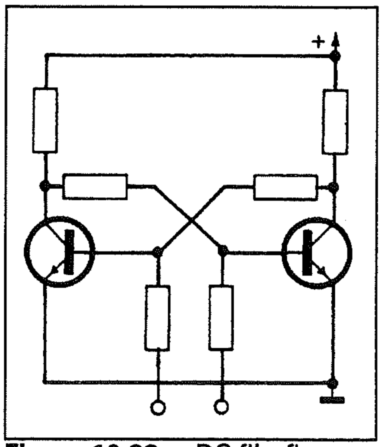
Figuur 10-97: DCAM.

DCAM Afkorting van "drain coupled astable multivibrator". Een astabiele multivibrator, volgens figuur 10-97 samengesteld uit twee FET's waarbij de terugkoppelingen tot stand komen door condensatoren op te nemen tussen de drain's en de gate's.

DC-AC omvormer Is een apparaat dat gelijkspanning omzet in wisselspanning, bijvoorbeeld de 12 V van een accu naar de 230 V van het net.

DCC Afkorting van "digital compact cassette". Een door Philips ontwikkeld systeem om audio-gegevens onder digitale vorm op een kleine magneetband kassette op te nemen. Het DCC-systeem is compatible met de analoge mini-kassette. Het systeem is zeer inventief bedacht, maar heeft de consument niet kunnen overtuigen.

DCF-77 Officiële benaming van de in Mainflingen (BRD) opgestelde tijdcode-zender van de Duitse post, die wordt gebruikt voor het ijken en synchroniseren van zogenoemde "atoomklokken". Het door deze (trouwens uitstekend in Nederland te ontvangen) zender uitgezonden signaal bevat niet alleen tijdsynchronisatie-pulsen met een zeer hoge nauwkeurigheid, maar ook informatie over de datum.



Figuur 10-98: DC flip-flop.

DC flip-flop Is een bistabiele schakeling die, in tegenstelling tot de AC flip-flop, niet omschakelt van de ene stabiele toestand naar de andere op commando van de voor- of achterflank van een puls, maar door het aanleggen van een spanning van een bepaalde

grootte. De in figuur 10-98 getekende basisschakeling van een flip-flop is een typische DC-schakeling. De flip-flop klapt om door het aanleggen van een positieve spanning op een van de basissen.

DC-restorer Is een schakeling die gebruikt wordt om een gelijkspanning aan te brengen op een wisselspanning. Als men een wisselspanning, die zich op een bepaald gelijkspanningsniveau bevindt, moet versterken dan zal door deze versterking dat constante gelijkspanningsniveau verloren gaan. Het gelijkspanningsaandeel wordt immers mee versterkt. De DC-restorer, geschakeld na de versterker, zorgt ervoor dat de wisselspanning weer op het oorspronkelijke gelijkspanningsniveau wordt gesuperponeerd.

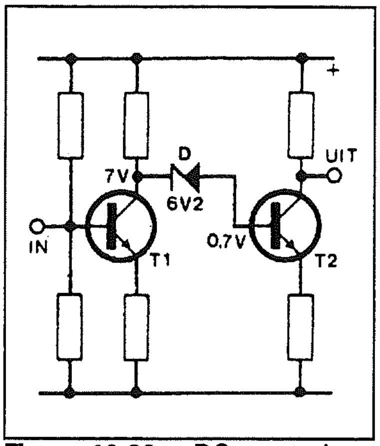
DC-shift Een verschuiving van het instelpunt van een trap, bijvoorbeeld onder invloed van de temperatuur.

DCT Afkorting van "discrete cosinus transformatie". Een zeer ingewikkelde wiskundige techniek, waarmee het mogelijk is digitale beeldgegevens fors in omvang te reduceren, met slechts minimaal kwaliteitsverlies. DCT is de basis van de compressie-algoritmen die worden toegepast bij JPEG (digitale foto's) en MPEG (digitale video). In het kort komt het er op neer dat een beeld wordt verdeeld in groepen van bijvoorbeeld 16 bij 16 pixels. In iedere groep wordt het amplitudeverloop van de kleurwaarden berekend en via DCT omgezet in een reeks getallen, die de frequentie- en de amplitude-verdeling van het kleurverloop definiëren. Vereenvoudigt men deze getallen door ze te delen en nadien de kleine factoren gelijk aan nul te stellen, dan blijkt dat bij het herwinnen van het beeld weinig van de oorspronkelijke kleurindruk verloren is gegaan. De vele nullen in de beeldinformatie kunnen via eenvoudige compressie-technieken worden samengevat in een paar bytes.

DCTL Afkorting van "direct coupled transistor logic", een familie van logische schakelingen waarbij alle functies ontstaan door rechtstreekse koppelingen tussen transistoren.

DC-vermogen Symbool P_{DC}, het vermogen dat een gelijkspanning in een zuiver resistieve weerstand opwekt, gelijk aan het product van de spanning en de door deze spanning opgewekte stroom. Het DC-vermogen wordt gebruikt om de effectieve spanning van een wisselspanning te bepalen. De effectieve spanningswaarde wekt in een weerstand immers hetzelfde vermogen op als een gelijkspanning met dezelfde waarde.

DC-versterker Is een versterker, geschikt voor het versterken van gelijkspanningen of zeer traag variërende wisselspanningen. De normaal gebruikte schakelingen kunnen dergelijke spanningen niet versterken, omdat er tussen de verschillende trappen blokkeercondensatoren zitten die de instelspanningen van de verschillende delen van de versterker van elkaar scheiden. DC-versterkers zijn met de moderne operationele versterkers natuurlijk zeer eenvoudig te bouwen. Moet men gebruik maken van transistoren, dan kan men bijvoorbeeld het schema van figuur 10-99 toepassen. De zenerdiode overbrugt het verschil in instelspanning tussen de collector van de eerste trap en de basis van de tweede trap.



Figuur 10-99: DC-versterker.

De Broglie vergelijking Een ingewikkeld formule uit de quantummechanica, waarmee wordt uitgedrukt dat een elektron niet alleen een massa heeft, maar ook een bepaalde golflengte. Hiermee werd de massa/golf-dualiteit in de natuur, reeds vastgesteld toen men licht zowel onder de vorm van materie (fotonen-deeltjes) als onder de vorm van een golfverschijnsel (elektromagnetische straling) kon voorstellen, consequent doorgetrokken. Zie ook dualiteitsprincipe.

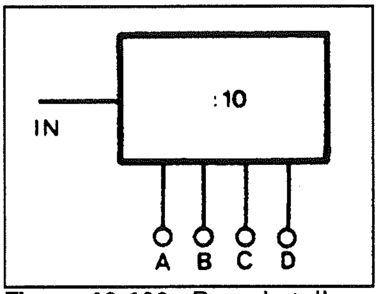
Debuggen Het verwijderen van fouten uit een systeem, voornamelijk bekend bij computerprogramma's.

Debye afstand De maximale afstand tussen een elektron en een positief geladen ion, waarbij het elektron nog wordt beïnvloed door het elektrisch veld van het ion.

Decade In het algemeen een hoeveelheid, waarbij de grootste waarde gelijk is aan het tienvoud van de laagste waarde. Het frequentiebereik van 20 Hz tot 200 Hz omvat dus één frequentiedecade.

Decade-teller Is een logische schakeling, met een ingang en vier uitgangen (figuur 10-100), die tien verschillende stabiele toestanden heeft. De schake-

ling doorloopt deze tien toestanden door aan de ingang, meestal clock genoemd, tien ingangspulsen aan te leggen. Zo'n teller heeft vier digitale uitgangen, waarop een combinatie van "L"- en "H"-signalen verschijnt, volgens de BCD-code. Iedere ingangspuls heeft tot gevolg dat er aan de uitgang een andere combinatie van "L"- en "H"-signalen ontstaat. De decade-teller is de basisschakeling van de uitleeselektronica van digitale meters.



Figuur 10-100: Decade-teller.

Decametrische golven Elektromagnetische golven met golflengten tussen 10 m en 100 m, dus met frequenties van ongeveer 3 MHz tot ongeveer 30 MHz.

Decay Engels voor verval, in de elektronica gebruikt voor het aangeven van het verschijnsel dat een bepaalde grootheid in waarde afneemt.

Decay tijd De tijd die de achterflank van een puls er over doet om van 90 % tot 10 % van zijn amplitude te dalen.

Decibel Is de logaritmische verhouding van twee grootheden, bijvoorbeeld de in- en uitgangsspanningen van een versterker. Wordt afgekort tot dB. Het invoeren van dit begrip brengt een grote vereenvoudiging met zich mee. Als men bijvoorbeeld de totale versterking van twee achter elkaar geschakelde trappen wil weten, dan moet men zonder het begrip dB de deelversterkingen met elkaar vermenigvuldigen. Als men de waarde van die deelversterkingen in dB kent, dan volstaat het deze beide waarden op te tellen om de totale versterking te kennen. Wiskundig uitgedrukt wordt de dB gedefinieerd als 20 keer de $\log_{10}$ verhouding tussen twee spanningen of 10 keer de $\log_{10}$ verhouding tussen twee vermogens.

Decimaal systeem Een telsysteem waarbij gewerkt wordt met tien symbolen, bijvoorbeeld de cijfers 0 tot en met 9.

Decimetrische golven Elektromagnetische golven met golflengten van 0,1 m tot 1 m, dus met frequenties van ongeveer 300 MHz tot ongeveer 3 GHz.

Declaratie In de programmeerkunde een hoeveelheid instructies, waarmee de grootte, het soort en het formaat van variabelen wordt gedefinieerd.

Decoder In het algemeen een schakeling die uit een of meerdere ingangssignalen een of meerdere uitgangssignalen afleidt.
Het bekendste voorbeeld is de stereo-decoder, die uit het gecombineerde uitgezonden signaal, door optelling en aftrekking van twee uit dit signaal afgeleide spanningen, de linker en rechter informatie van een geluidssignaal afleidt.

De-emphasis Is een filter, ingebouwd in elke FM-ontvanger, dat zorgt voor een verzwakking van de hoge tonen. Bij het uitzenden van een FM-signaal worden de hoge tonen namelijk extra versterkt, zodat ze duidelijk van de normale FM-ruis te onderscheiden zijn. Deze extra versterking moet in de ontvanger natuurlijk gecompenseerd worden en daarvoor zorgt de de-emphasis.

Deep diffused junction Een PN-overgang, waarbij de halfgeleidende eigenschappen ontstaan door het verontreinigende materiaal diep in het basismateriaal te laten doordringen.

Defect Het ontbreken van een elektron in het rooster van een halfgeleidend kristal, wordt voorgesteld door het begrip "gat", een denkbeeldig element met een positieve lading.

Definitie Een begrip waarmee het oplossend vermogen van een beeldscherm wordt aangeduid, meestal door het aantal horizontale en vertikale punten te beschrijven die als dusdanig op het scherm weergegeven kunnen worden. Een standaard VGA-scherm heeft bijvoorbeeld een definitie van 600 bij 800 beeldpunten of pixels.

Deflectie Deftig woord voor afbuiging, zie aldaar.

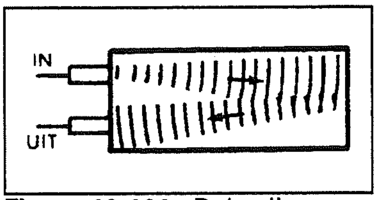
Degausser Een apparaat om een remanent magnetisch veld te verwijderen, bijvoorbeeld de degausser-spoel die het remanent veld in de beeldbuis van een TV, dat ontstaat als gevolg van het magnetisch veld van de aarde, verwijdert.

Degradatie Het langzaam maar zeker verminderen van de specificaties en/of de kwaliteiten van een onderdeel of schakeling, onder invloed van de veroudering ervan.

Deïonisatie Een techniek om geïoniseerd gas, dus een gas dat bestaat uit positieve ionen en negatieve elektronen, weer om te zetten in neutraal gas dat bestaat uit ongeladen atomen. Deïonisatie wordt steeds belangrijker, omdat men meent dat geïoniseerd gas (zoals afgescheiden door een laserprinter, een kopieerapparaat of een beeldbuis) schadelijk voor de gezondheid kan zijn.

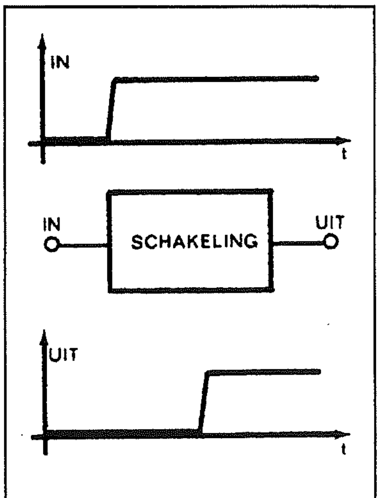
Delay Engels voor vertraging. Met deze term wordt in de elektronica een tijdverschuiving tussen twee signalen aangeduid. Als bijvoorbeeld een bepaalde schakeling één seconde na het ontvangen van een ingangssignaal een uitgangsspanning opwekt, dan zegt men dat deze schakeling een delay van 1 seconde heeft.

Delay line Engels voor vertragingslijn. Is een analoog onderdeel, dat in staat is een analoog signaal (dat dus alle waarden tussen nul en maximum kan hebben) over een bepaalde tijd te vertragen. De in kleurentelevisie gebruikte vertragingslijnen bestaan uit een stuk kristal, dat aan een uiteinde aan het trillen wordt gebracht, op het ritme van het te vertragen signaal, zie figuur 10-101. Deze trillingen planten zich met een bepaalde snelheid verder door het kristal, worden door het andere uiteinde gereflecteerd en doorlopen het kristal in tegengestelde richting. Daar worden de (vertraagde) trillingen weer omgezet in een elektrisch signaal. Andere voorbeelden van delay lines zijn het emmertjesgeheugen, waarmee men geluidssignalen kan vertragen en de SAW's, die werken vanwege de beperkte voortplantingssnelheid van mechanische golven langs het oppervlak van bepaalde materialen.



Figuur 10-101: Delay line.

Delay time Engels voor vertragingstijd. Is de tijd, die een signaal nodig heeft om een schakeling te doorlopen. Elektronische schakelingen werken namelijk niet oneindig snel. Tussen het aanleggen van een spanning op de ingang en het verschijnen van een spanning op de uitgang verloopt een bepaalde tijd. Dat is de delay time. In de tekening van figuur 10-102 is een digitale schakeling getekend en de spanningen op de ingang en op de uitgang, in functie van het tijdsverloop. Duidelijk blijkt de vertraging tussen beide signalen. De delay time kan voor grote moeilijkheden zorgen.
Als bijvoorbeeld twee signalen een verschillend aantal trappen doorlopen, dan kan het gebeuren dat die signalen, die oorspronkelijk wel op hetzelfde ogenblik aanwezig waren, na het doorlopen van de trappen niet meer "in de pas" lopen.



Figuur 10-102: Delay time.

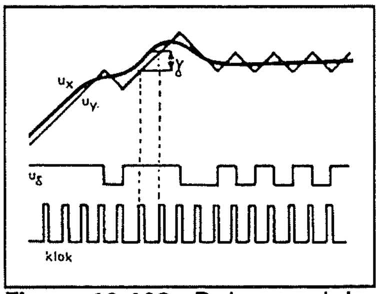
Delete Het verwijderen van bepaalde gegevens uit het geheugen van een computer.

Dellinger effect Het plotseling wegvallen van een radio- of TV-signaal als gevolg van plotselinge atmosferische storingen die ontstaan door zonne-uitbarstingen.

Delta In het algemeen een kleine toename van een grootheid, wordt voorgesteld door de Griekse letter Δ. Voorbeeld: Δ_I is de voorstelling van een kleine variatie in een bepaalde stroom I.

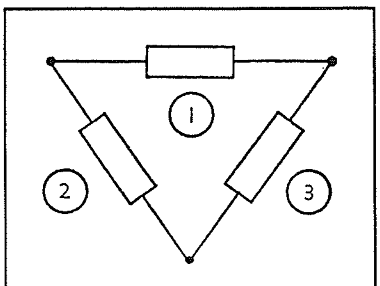
Delta golven Elektromagnetische golven die in de menselijke hersenen ontstaan en gekarakteriseerd worden door hun frequentie die lager is dan 9 Hz.

Delta modulatie Het omzetten van een analoog signaal in een digitale seriële pulstrein, die alle informatie van het analoog signaal bevat. De analoge ingangsspanning Ux, zie figuur 10-103, wordt benaderd door een driehoekvormig verlopende spanning Uy. Zolang deze spanning stijgt is de digitale pulstrein "H". Als de driehoek moet dalen om het verloop van de analoge spanning te volgen wordt de pulstrein "L".



Figuur 10-103: Delta modulatie.

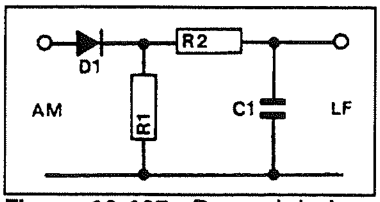
Delta netwerk Een netwerk, opgebouwd uit drie takken onder de vorm van de Griekse letter delta, zie figuur 10-104.



Figuur 10-104: Delta netwerk.

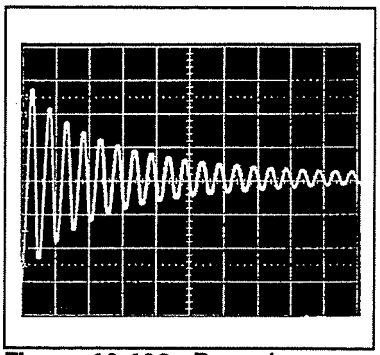
Dember effect Het effect dat er een kleine gelijkspanning ontstaat tussen twee zônes van een halfgeleider als een van deze zônes belicht wordt.

Demodulatie Is het scheiden van de draaggolf en het modulatiesignaal in radio- of TV-ontvangers. Radiosignalen bestaan uit een hoogfrequent signaal (de draaggolf) en het laagfrequent uit te zenden signaal. Bij het uitzenden worden deze twee signalen op een of andere manier gecombineerd. Door de demodulatie worden deze beide delen weer gescheiden, zodat het laagfrequent signaal beschikbaar komt. In figuur 10-105 is een vereenvoudigd schema van een AM-demodulator gegeven. Het ontvangen en versterkte gecombineerde signaal wordt eerst gelijkgericht door D1 en R1 en nadien door een laagdoorlaat filter (R2-C1) gevoerd. Het hoogfrequent signaal wordt door dit filter kortgesloten, zodat aan de uitgang alleen het laagfrequent signaal overblijft. Demodulatie wordt ook detectie genoemd.



Figuur 10-105: Demodulatie.

Demping Het verschijnsel dat de uitgangsspanning van een schakeling langzaam uitsterft als gevolg van de eigenschappen van de schakeling zélf, zie figuur 10-106. Een van die eigenschappen kan bijvoorbeeld zijn de inwendige impedantie van de schakeling. Door het aanbrengen van een spanningsafhankelijke tegenkoppeling kan men de demping neutraliseren. De terugkoppeling past de versterking van de schakeling op ieder moment zo aan, dat de uitgangsspanning van het systeem constant blijft. De mate van demping wordt uitgedrukt door de dempingsfactor.



Figuur 10-106: Demping.

Dempingsmateriaal Een materiaal dat in staat is geluidsgolven te absorberen en dat wordt gebruikt voor het opvullen van geluidsweergevers. Door deze absorbtie gaat niet alleen de maximale belastbaarheid van de box stijgen, maar worden ook resonantieverschijnselen onderdrukt. Dempingsmateriaal, dat onder de vorm van dekens of onder de vorm van korrels verkrijgbaar is, kan in iedere goede elektronica-winkel worden gekocht. Let op! Glaswol is absoluut ongeschikt als dempingsmateriaal in een luidspreker-box!

Demultiplexer Een schakeling die verschillende signalen, die door middel van een multiplexer gecombineerd zijn tot één signaal, weer van elkaar scheidt.

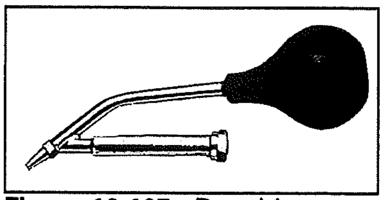
Density Dichtheid van gegevens op een magnetisch medium, zoals band of schijf.

Depletion enhancement mode MOSFET Een op basis van een metaaloxyde vervaardigde MOSFET, waarbij de halfgeleider kan werken zonder bias op de gate. Een wisselspanningssignaal op de gate zet de halfgeleider respectievelijk in de depletion mode (negatieve signaalhelft) en in de enhancement mode (positieve signaalhelft).

Depolarisatie Een techniek om de polarisatie van een elektrische cel te verminderen of te voorkomen. Polarisatie is het effect dat de spanningsafgifte van de cel gaat dalen doordat rond een van de elektroden een zeer dunne laag microscopisch kleine gasbelletjes ontstaat, waardoor de inwendige weerstand van de cel toeneemt.

Derating Een techniek waarbij men één parameter van een schakeling, bijvoorbeeld de afgegeven stroom, laat dalen als een andere parameter, bijvoorbeeld de temperatuur, gaat stijgen. De functie van derating is de schakeling stabiel te laten werken.

Desolderen Het verwijderen van soldeer van een verbinding met de bedoeling de aan elkaar gesoldeerde verbindingen weer los te krijgen. In de meeste gevallen wordt gebruik gemaakt van een desoldeerbout, een gewone soldeerbout die voorzien is van een zuigpompje om de vloeibaar gemaakte soldeer af te zuigen, zie figuur 10-107.



Figuur 10-107: Desolderen.

Destructieve test Test van een elektronisch onderdeel, schakeling of apparaat, waarbij de test het geteste onderdeel, schakeling of apparaat vernie-

tigt. Zo kan men de doorslagspanning van een condensator alleen maar testen door de condensator te laten doorslaan.

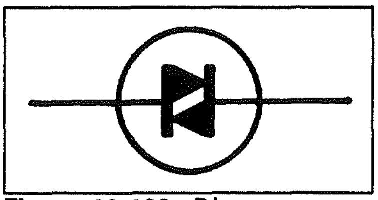
DETAB Een op COBOL gebaseerde programmeertaal, waarbij problemen worden voorgesteld onder de vorm van beslissings-tabellen.

Detectie Zie demodulatie.

Deviation Engels voor afwijking.

Device Engels voor onderdeel.

Diac Is een halfgeleider, die spert als de spanning over zijn aansluitingen kleiner is dan een bepaalde positieve of negatieve waarde. Wordt deze waarde overschreden, dan gaat de diac geleiden (slaat door) en blijft het onderdeel geleiden tot de stroom erdoor beneden een bepaalde drempelwaarde zakt. De diac gaat nadien weer sperren. Diac's worden voornamelijk gebruikt voor het probleemloos ontsteken van een triac of thyristor in eenvoudige dimmerschakelingen. De plotselinge stroomstoot die de diac levert zorgt voor een eenduidig ontsteekmoment voor de thyristor of triac. Het symbool van een diac is getekend in figuur 10-108.

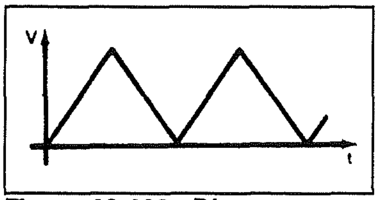


Figuur 10-108: Diac.

Diagnose Het bepalen van de plaats en van de oorzaak van een bepaald defect in een apparaat.

Diagnostische software Software die ontwikkeld is voor het opsporen van defecte onderdelen in een computersysteem, bijvoorbeeld een deel van het geheugen dat niet meer werkt.

Diagram Is de grafische voorstelling van de relatie tussen twee grootheden. In de elektronica worden de meeste diagrammen getekend met een horizontale tijd-as, zodat het verloop van een spanning op een punt van een schakeling in functie van de tijd voorgesteld kan worden. Het diagram van figuur 10-109 geeft het verloop van een driehoekspanning in funktie van de tijd. Wordt ook wel karakteristiek genoemd.



Figuur 10-109: Diagram.

Diafragma Een dun metalen plaatje dat gebruikt wordt voor het opvangen van de luchttrillingen in een microfoon of gebruikt wordt voor het opwekken van de luchttrillingen in een hoofdtelefoon.

Dial Een nauwkeurige schaalverdeling rond een knop, waarmee de stand van een draaipotentiometer precies ingesteld kan worden.

Dialoog Informatie-uitwisseling tussen computergebruiker/ster en computer, waarbij de beantwoording van een door de computer gestelde vraag leidt tot een volgende vraag, totdat de computer alle informatie heeft die benodigd is voor het uitvoeren van een bepaalde taak.

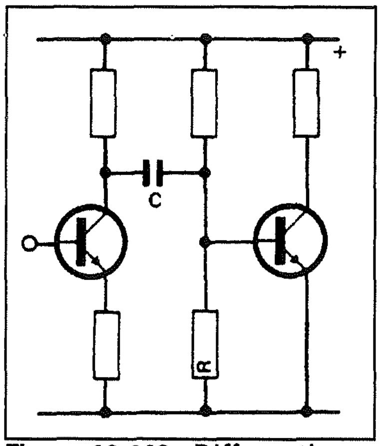
Die Engels, spreek uit dai, letterlijk vertaald dobbelsteen. Een die is een stukje halfgeleidend materiaal, waarop men een of meerdere dioden en transistoren heeft aangebracht en dat ingekapseld kan worden in de behuizing van een geïntegreerde schakeling.

Diëlektricum Is de isolerende stof, die zich tussen de platen van een condensator bevindt.

Diëlektrische absorbtie De eigenschap dat een opgeladen diëlektrisch materiaal na te zijn ontladen een deel van zijn lading behoudt.

Diëlektrisch materiaal In het algemeen stoffen die geen geleiders zijn van elektriciteit.

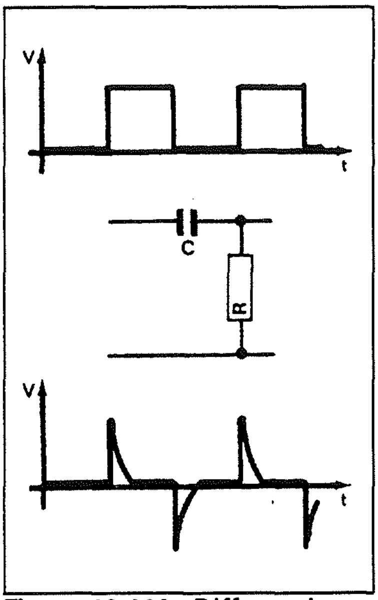
Differentiator Is een RC-kring die, vereenvoudigd gezegd, alleen wisselspanning doorlaat en gelijkspanningen tegenhoudt. Met deze eenvoudige definitie kan men een koppelcondensator C tussen twee trappen opvatten als een differentiator, zie figuur 10-110.



Figuur 10-110: Differentiator, eerste betekenis.

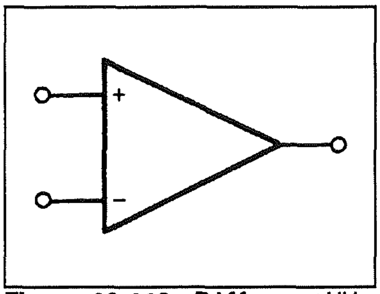
Deze differentiator wordt gebruikt voor het scheiden van de instelspanningen op de collector van T1 en de basis van T2 (zie ook blokkeercondensator). In een meer universele definitie kan men stellen dat een differentiator een hoogdoorlaat filter is, waarvan de grensfrequentie wordt bepaald door de waarden van de gebruikte onderdelen. Dan kan een differentiator gebruikt worden om

alleen de (hoogfrequente) spanningssprongen van een puls door te laten, zie figuur 10-111. In deze figuur is het filterbereik zo gekozen, dat alleen de steile en dus hoogfrequente voor- en achterflanken van de pulsen worden doorgekoppeld. Met kan de differentiator dus gebruiken voor het versmallen van pulsen en voor het genereren van naaldpulsen.

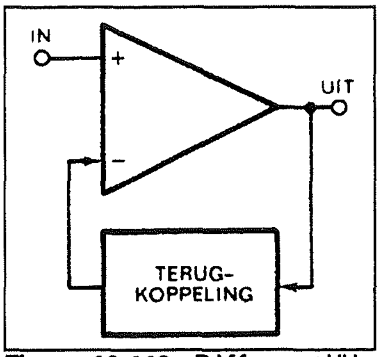


Figuur 10-111: Differentiator, tweede betekenis.

Differentiële versterker Is een schakeling die het verschil tussen twee spanningen versterkt en wordt dus ook wel verschilversterker genoemd. Een differentiële versterker heeft steeds twee ingangen en wordt algemeen voorgesteld door het symbool van figuur 10-112. De meeste operationele versterkers zijn differentieel. Het voordeel van differentiële versterkers is dat in een praktische schakeling één ingang gebruikt kan worden voor het verwerken van de ingangsspanning en de tweede ingang voor het ontvangen van een uit de uitgang afgeleid terugkoppelsignaal, zie figuur 10-113. De versterking van de schakeling kan dan zeer eenvoudig aangepast worden aan het doel, bijvoorbeeld compensatieversterkers met een zeer bepaalde bandbreedte of allerlei soorten van filters.



Figuur 10-112: Differentiële versterker, symbool.



Figuur 10-113: Differentiële versterker, voorbeeldschakeling.

Diffusie Is een thermisch procédé, waarmee zuiver halfgeleidend materiaal, zoals silicium of germanium, wordt omgevormd tot transistoren en dioden. Door diffusie zal men minieme hoeveelheden zogenaamde onzuiverheden in het zuivere metaal laten binnendringen. Dat zijn stoffen, waarvan de atomen in hun buitenste banen één elektron minder of meer hebben dan het zuivere basismateriaal. Hierdoor ontstaan de halfgeleidende eigenschappen. De soorten onzuiverheid en hun combinaties bepalen het soort halfgeleider dat het resultaat van de behandeling is: n-type of p-type.

Digit Een symbool in een telsysteem, zoals de cijfers 0 tot en met 9 in het decimale stelsel en de cijfers 0 en 1 in het binaire stelsel.

Digitale elektronica De tak van de elektronica waarbij alle schakelingen met de digits 0 en 1 werken, waarbij de signalen dus alleen "laag" of "hoog" mogen zijn.

Digitale klok Bij een digitale klok wordt de tijd aangegeven in cijfers en niet door wijzers aangewezen. Digitale klokken delen een bepaalde tijdbasisfrequentie naar een 1 seconde puls. Door verder delen door 60, 12 respectievelijk 24, worden de minuten en uur aanduidingen verkregen. Bij de eenvoudigste klokken wordt de netfrequentie als tijdbasis gebruikt. Hoewel gedurende de dag afwijkingen optreden is de verkregen tijd over 24 uur redelijk nauwkeurig, daar de elektriciteitscentrales schommelingen in de netfrequentie 's nachts corrigeren. Het nadeel van bovengenoemde klokken is dat uitvallen van het net, het weer op tijd zetten van de klok noodzakelijk maakt. Duurdere klokken gebruiken een kristaltijdbasis (kwarts). Hoewel zij soms toch nog een netvoeding hebben loopt het uurwerk vaak op een batterijvoeding door bij netuitval. Vooral bij LED-display's wordt dan echter het display gedoofd om de batterij te sparen. Een zeer nauwkeurige klok kan worden verkregen door het decoderen van het tijdsignaal van de Duitse zender DCF-77. Deze tijdcode bevat naast de tijd ook datumin-

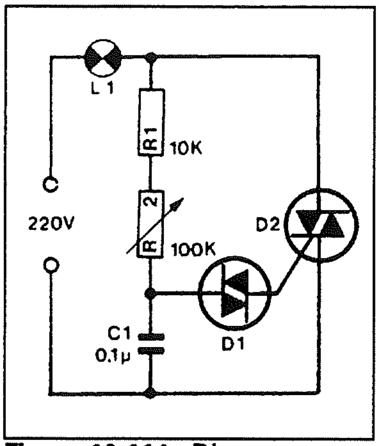
formatie. Aangezien de DCF-tijd van een zogenaamde atoomklok afkomstig is, is zij extreem nauwkeurig.

Digitale meter Is een meetapparaat, waarbij de grootte van de gemeten grootheid niet wordt aangeduid door een naald, die over een schaal glijdt, maar door numerieke indicatoren, die het resultaat van de meting weergeven onder de vorm van een getal. Het grote voordeel van dit soort meters is dat de nauwkeurigheid van de meting veel groter is dan bij analoge meters.

Digitale schakelingen Zijn schakelingen waarbij de signalen alleen twee zeer goed gedefinieerde waarden kunnen hebben. Meestal duidt men die spanningswaarden aan met "L" (geen spanning) en "H" (wel spanning). Het voordeel van dit soort schakelingen is dat men geen rekening moet houden met bijvoorbeeld de invloed van de omgevingstemperatuur op de elektronische schakelingen. Kleine afwijkingen in de grootte van de twee niveaus, veroorzaakt door temperatuurschommelingen, spelen geen rol in de werking van de schakeling.

Digitiser Ander woord voor analoog naar digitaal omzetter.

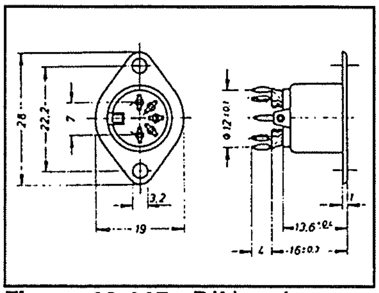
Dimmer Is een schakeling waarmee de intensiteit van een (gloei)lamp geregeld kan worden. De eenvoudigst mogelijke uitvoering van een dimmerschakeling is in figuur 10-114 getekend. Door de integrator C1/R1/R2 kan men de netspanning in fase verschuiven. Als de spanning over de condensator gestegen is tot de doorslagspanning van de diac D1 slaat deze door. De stroom door de gate van D2 zal dit onderdeel in geleiding sturen. De lamp L1 wordt met de netspanning verbonden en blijft branden totdat de netspanning weer door het nulpunt gaat.



Figuur 10-114: Dimmer.

DIN-45500 Een zeer belangrijke norm voor alle audio-apparatuur, waarin de minimale eisen beschreven staan waaraan geluidsverwerkende apparatuur moet voldoen om het predikaat "HiFi" te krijgen.

DIN-steker Een vijfpolige, ronde steker die wordt gebruikt voor het onderling verbinden van geluidsweergave-apparatuur, zie figuur 10-115.

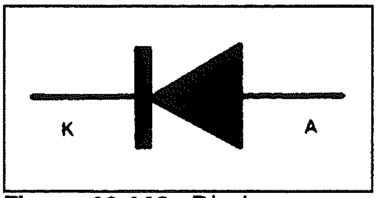


Figuur 10-115: DIN-steker.

Door middel van een DIN-steker kan men zowel het linker als het rechter kanaal tussen de apparatuur heen en weer sturen en zijn de opname- en weergave-kanalen exact gedefinieerd. Apparatuur die is voorzien van DIN-stekers kan zonder aanpassingsproblemen door middel van kant en klaar gekochte kabels met elkaar worden verbonden. Helaas is de DIN-norm uit de mode geraakt en worden audio-apparaten tegenwoordig door middel van cinch-stekers met elkaar verbonden.

D-instelling Een instelling van geluidsversterkers, waarbij het analoge ingangssignaal wordt vertaald naar digitale informatie. Deze digitale informatie stuurt de eindtrappen alleen in sper of in verzadiging. De eindtrappen zorgen ervoor dat de digitale pulsen een groot vermogen kunnen leveren aan de belasting. De omzetting naar analoog vermogen gebeurt in de luidspreker(s) en eventuele scheidingsfilters, waar de integrerende eigenschappen van de luidsprekers en van de condensatoren en spoelen in de filters voor de conversie zorgen. Het grote voordeel van de D-instelling is dat er nauwelijks verliesvermogen in de eindtrappen optreedt, omdat deze als schakelaars werken.

Diode Is een halfgeleider, met twee aansluitingen, die kathode en anode worden genoemd. De diode zal gaan geleiden als de kathode negatief is ten opzichte van de anode. In het omgekeerde geval spert de diode en kan vervangen worden door een geopende schakelaar. Het symbool van een diode is getekend in figuur 10-116.

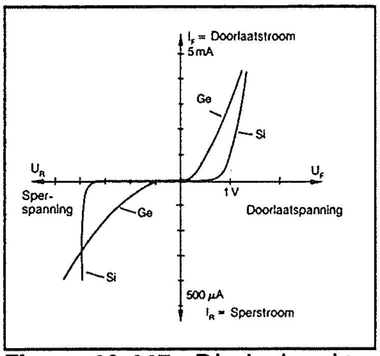


Figuur 10-116: Diode.

Diode-afstemming Het door midden van varicap-dioden

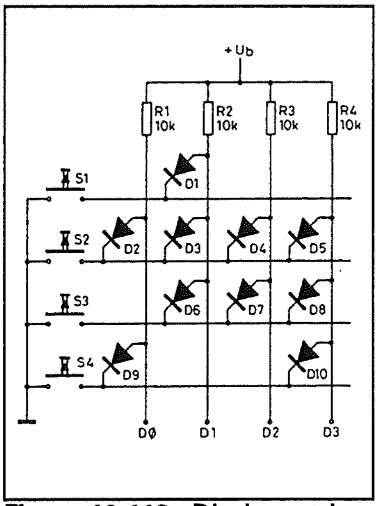
(dioden die op een regelbare sperspanning worden aangesloten en waarvan de spercapaciteit wordt bepaald door de grootte van deze spanning) afstemmen van afgestemde kringen in versterkers en oscillatoren in de hoogfrequente schakelingen van radio- en televisie-ontvangers.

Diode karakteristiek Een grafiek die het verband geeft tussen de spanning over een diode en de stroom door de diode en waaruit men voor ieder punt de inwendige weerstand van de diode kan afleiden, zie figuur 10-117.



Figuur 10-117: Diode karakteristiek.

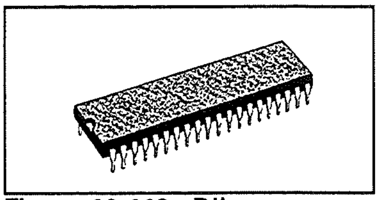
Diode matrix Een stelsel van horizontale ingangslijnen en verticale uitgangslijnen, waarin bepaalde logische functies tussen in- en uitgangen worden geprogrammeerd door het aansluiten van dioden op bepaalde kruispunten van de horizontale en vertikale lijnen, zie figuur 10-118. De drukschakelaars stellen de ingangsgrootheden voor, de lijnen D0 tot en met D3 de uitgangsgrootheden. Drukt men op drukknop S1, dan zal de diode D1 gaan geleiden, waardoor de uitgangslijn D1 naar de massa wordt getrokken. De overige uitgangen blijven via de weerstanden verbonden met de voedingsspanning. Het drukken op S1 heeft dus de uitgangscode "H-L-H-H" tot gevolg.



Figuur 10-118: Diode matrix.

Diode menger Een mengschakeling die gebruik maakt van de niet-lineaire inwendige weerstand van een diode.

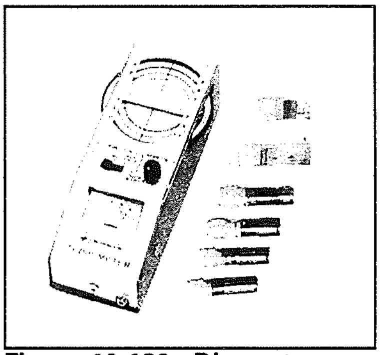
DIP Engels, staat voor "dual in line package". Is een constructievorm voor een geïntegreerde schakeling, waarbij de aansluitingen op twee rijen staan, zie figuur 10-119. De onderlinge afstand tussen de rijen en het aantal aansluitingen per rij is afhankelijk van de complexiteit van het IC. De onderlinge afstand tussen twee contacten van een rij is gestandaardiseerd op 0.1 inch (2,54 mm).



Figuur 10-119: DIL.

Diplex Gelijktijdige verzending of ontvangst van twee of meerdere signalen via één antenne.

Dip-meter Een meter waarmee men de resonantiefrequentie van LC-kringen kan opsporen zonder elektrisch contact met deze kringen te maken. De meter werkt dank zij de elektromagnetische inductie die ontstaat tussen de spoel van de te onderzoeken kring en de spoel in de meetkop van het instrument, zie figuur 10-120. De naam dip-meter valt te verklaren uit het feit dat op het moment dat de LC-kring in de meter op de resonantiefrequentie van de externe kring wordt afgestemd, een scherpe dip ontstaat in de uitlezing van de meter.

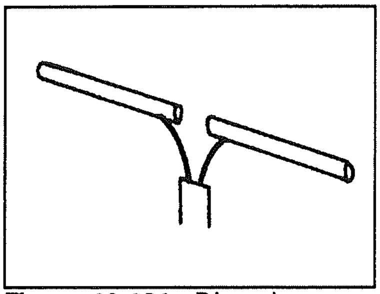


Figuur 10-120: Dip-meter.

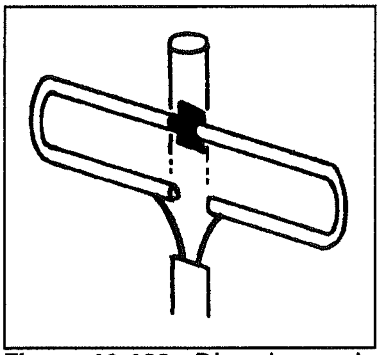
Dipool Een molecuul dat een elektrisch moment heeft, met andere woorden waarbij het centrum van de positieve lading en het centrum van de negatieve lading niet in evenwicht zijn.

Dipool Is een zeer eenvoudige antenne, die is opgebouwd uit twee in elkaars verlengde liggende staven, zie figuur 10-121. De totale lengte van de dipool is gelijk aan de helft van de golflengte van het te ontvangen signaal. Het signaal wordt in het midden afgenomen. Een praktischer uitvoering is de gevouwen dipool, zie figuur 10-122, die dezelfde elektrische eigenschappen heeft als de staven-dipool, maar het voordeel heeft dat het midden van de gevouwen staaf met de antennemast ver-

bonden kan worden, wat erg praktisch is voor het afvoeren van eventuele blikseminslag.



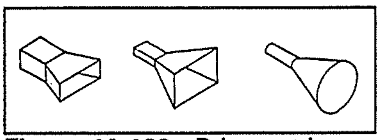
Figuur 10-121: Dipool, eerste uitvoering.



Figuur 10-122: Dipool, tweede uitvoering.

Directioneel Een term die in het algemeen aangeeft dat een bepaald instrument een voorkeurrichting heeft, waarin het het gevoeligst is. Voorbeelden zijn directionele microfoon en directionele antenne.

Directieve hoorn Een antenne voor het ultra korte golfgebied, uitgevoerd onder de vorm van een hoorn, zie figuur 10-123.



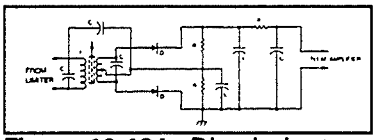
Figuur 10-123: Directieve hoorn.

Disable Een Engelse term die in het algemeen er op neer komt dat een bepaalde functie wordt uitgeschakeld, de tegenstelling dus van enable.

Discrete schakelingen Zijn elektronische schakelingen, die zijn opgebouwd uit individueel vervaardigde onderdelen zoals weerstanden, condensatoren en transistoren. Het tegengestelde van een discrete schakeling is een geïntegreerde schakeling, waar alle onderdelen in één fabricagegang op een stukje kristal worden aangebracht.

Discriminatie Het onderscheid maken tussen twee of meerdere elektrische grootheden.

Discriminator Een vorm van FM-detector, die nu volledig achterhaald is en vervangen door PLL-systemen. De bekendste discriminator was de Foster-Seeley schakeling, zie figuur 10-124, waarbij twee dioden, gevoed uit twee wikkelingen van een op 10,7 MHz afgestemde kring, werden gebruikt om de draaggolf en het modulatiesignaal van elkaar te scheiden.



Figuur 10-124: Discriminator.

Disk Engels voor schijf, de term waarmee in de elektronica de van een magnetische laag voorziene schijven worden omschreven, die worden gebruikt voor data-opslag.

Diskette De standaard benaming voor de 3.5 inch disk, die tegenwoordig de standaard schijf is in computer-systemen.

Disk operating system Afgekort tot DOS, het besturingssysteem van een computer, dat er in eerste instantie voor zorgt dat de processor kan communiceren met de aanwezige magnetische schijven, zodat applicaties en data geladen kunnen worden. In breder verband verzorgt het DOS de onderlinge communicatie tussen alle onderdelen van het systeem, dus de communicatie tussen de processor en het toetsenbord, het beeldscherm, de parallelle poorten, de seriële poorten en de luidspreker.

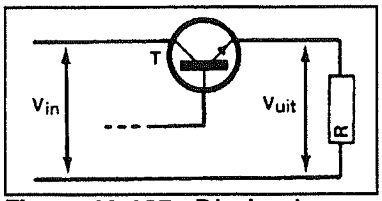
Dislocatie Een onderbreking in het normale kristalrooster in een plaatje halfgeleidend materiaal.

Dispersie De eigenschap van een materiaal dat elektromagnetische golven met verschillende frequenties met een verschillende snelheid door het materiaal geleid worden.

Display Engels, letterlijk vertaald: tonen. In de elektronica verstaat men onder een display een onderdeel dat de werking van een bepaalde schakeling zichtbaar maakt door middel van optische informatie. Bij een LED VU-meter vormt de kolom LED's dus het display van de schakeling. Meer specifiek worden door de term display alle mogelijke constructies aangeduid, waarmee men cijfers zichtbaar kan maken, zoals nixie-buizen, zevensegment LED's, LCD's en kathodestraalbuizen.

Dissipatie Algemene term voor het aangeven van het elektrische vermogen, dat in een onderdeel verloren gaat. Als voorbeeld is in figuur 10-125 een gestabiliseerde voeding getekend. V_{in} is de ongestabiliseerde ingangsspanning, V_{uit} de gestabiliseerde uitgangsspanning. T is de regeltransistor van de voeding en R de op de voeding aangesloten belasting. In de regeltransistor wordt een vermogen opgewekt, dat gelijk is aan het product van de stroom door de transistor en de spanning die er over staat. Dit vermogen,

dat volledig nutteloos is en verloren gaat onder de vorm van warmte, noemt men de dissipatie van de transistor.



Figuur 10-125: Dissipatie.

Distorsie Geleerd woord voor vervorming. Vervorming is het verschijnsel dat de uitgangsspanning van een analoge schakeling niet volledig gelijkvormig is aan de ingangsspanning. Met andere woorden: de schakeling voegt aan het te versterken signaal bepaalde niet gewenste signalen toe. Meer over vervorming bij de begrippen "Cross-over vervorming" en bij "Harmonische vervorming".

Distributie-effect Het verschijnsel dat een bepaald onderdeel niet exact op één plaats van een schakeling gelokaliseerd kan worden, maar verspreid over een deel van de schakeling. Een typisch voorbeeld van distributie is de capaciteit van een kabel. Deze is op iedere plaats van de kabel aanwezig, maar kan nooit voorgesteld worden door één enkele condensator, ergens tussen de aders van de kabel geplaatst.

Distributie versterker Een versterker met één ingang en verschillende, van elkaar geïsoleerde uitgangen, die wordt gebruikt om een bepaald signaal te verspreiden over een groot netwerk.

Disturbantie Een ongewenste verstoring van de eigenschappen van een signaal.

Divider Engels voor deler, meestal gebruikt voor het aangeven van een frequentiedeler.

D-laag Een laag van de ionosfeer (de dampkring rond de aarde) met een gemiddelde hoogte van 60 km.

DMA Afkorting van "direct memory access", een techniek waarbij bepaalde subsystemen in een computer rechtstreeks toegang krijgen tot het systeemgeheugen, zonder tussenkomst van de centrale processor.

DNL Afkorting van "dynamic noise limiting", een door Philips ontwikkeld systeem voor ruisreductie bij kassetterecorders, dat het echter heeft moeten afleggen tegen Dolby.

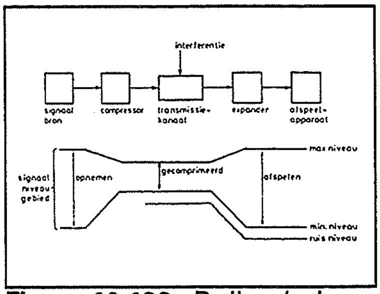
DNR Afkorting van "dynamic noise reduction", een door National Semiconductor ontwikkeld systeem voor ruisreductie, dat echter nooit is doorgebroken.

Dode band Dat gedeelte van een te regelen grootheid, waarop een andere controle-grootheid geen invloed heeft.

Dode ruimte Een ruimte die door speciale maatregelen volledig is afgeschermd van externe magnetische, elektrische en elektromagnetische velden. Wordt gebruikt voor het verrichten van metingen naar de eigen stoorsignalen en/of -velden die schakelingen of apparaten opwekken.

Dode tijd De tijd die verstrijkt tussen een bepaalde actie en een bepaalde reactie, bijvoorbeeld tussen het aanleggen van een ingangssignaal aan een schakeling en het verschijnen van een uitgangssignaal, dat het gevolg is van dit ingangssignaal.

Dolby Een verzamelnaam voor een aantal elektronische schakelprincipes, die toepassing hebben gevonden in de audiotechniek, zoals Dolby ruisonderdrukking en Dolby surround sound. Het Dolby systeem voor ruisonderdrukking is tegenwoordig op iedere kassetterecorder aanwezig en werkt volgens het principe van companding, zie figuur 10-126. Bij het opnemen van het geluid op magnetische band wordt het signaal gecomprimeerd. Stille passages worden versterkt, harde passages worden verzwakt. Het gevolg is dat stille passages boven de ruis van de magnetische band uitstijgen. Bij het afspelen wordt het signaal geëxpandeerd. Harde passages worden weer versterkt, stille passages worden verzwakt. Door deze verzwakking wordt ook de bandruis geminimaliseerd, waardoor de signaal/ruis-verhouding toeneemt. Bij Dolby surround sound worden er in het normale stereo-geluid twee extra geluidskanalen gemoduleerd, een voor het sturen van een centraal op te stellen luidspreker en een voor het sturen van twee achter de luisteraar op te stellen luidsprekers. Dit systeem heet officieel Dolby Pro Logic Surround Sound en wordt bij tal van videokassettes en TV-uitzendingen toegepast.



Figuur 10-126: Dolby (ruisonderdrukking).

Donkerstroom Is de stroom die door een fotogevoelige halfgeleider vloeit, als deze niet wordt belicht.

Donor Een onzuiverheid die aan een halfgeleidend element wordt toegevoegd en die beschikt over een overschot aan elektronen. Door dit toevoegen ontstaat een n-type halfgeleidend materiaal.

Doorlaatkromme Zie amplitude-frequentie karakteristiek.

Doping Het toevoegen van een bepaald materiaal aan een ander materiaal met als doel de eigenschappen van dit ander materiaal te wijzigen.

Doppler-effect Een algemeen verschijnsel in de natuurkunde dat er op neer komt dat de golflengte van straling mede afhankelijk is van de snelheid van de stralingsbron ten opzichte van de waarnemer van de straling. Beweegt de stralingsbron naar de waarnemer, dan zullen de golffronten worden samengeperst, waardoor de golflengte daalt en de frequentie stijgt. Beweegt de stralingsbron zich van de waarnemer weg, dan worden de golffronten uitgerekt, de golflengte stijgt en de frequentie daalt. Voorbeeld: als men in een rijdende trein zit, klinkt de alarmbel van een overweg anders als men naar de overweg toerijdt dan wanneer de trein de overweg gepasseerd is. Van dit effect wordt veel gebruik gemaakt in de elektronica, bijvoorbeeld in Doppler-radars waarmee de snelheid van voorwerpen gemeten kan worden en in bepaalde soorten met ultrasoon geluid werkende inbraakalarmen.

Dosimeter Een elektronisch meetinstrument voor het meten van radioactieve straling.

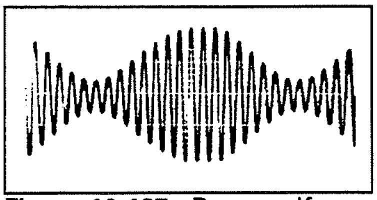
Dot Het kortste karakter dat gebruikt wordt in de telegrafiecode, vergelijk met dash.

Dot Het kleinste puntje inkt dat een printer op papier kan zetten.

Dot De basisvlekjes groen, rood en blauw licht uitstralend materiaal, die op het scherm van een kleurenbeeldbuis worden aangebracht en die het totale kleurenbeeld vormen.

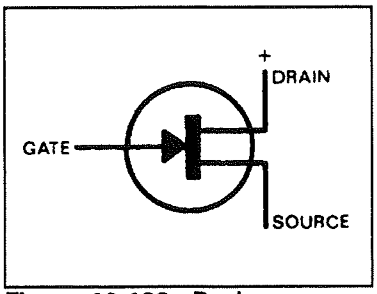
Dot matrix printer Een printer die de karakters vormt door kleine spatjes inkt in een matrix-patroon van bijvoorbeeld 5 horizontale lijnen en zeven vertikale lijnen te printen. Ieder karakter kan dan zijn samengesteld uit maximaal 35 dot's.

Draaggolf Is het hoogfrequent signaal, dat dienst doet als drager van de geluidsinformatie. In figuur 10-127 is een draaggolf getekend, waarvan de grootte gevarieerd wordt op het ritme van het uit te zenden signaal (AM). Men kan natuurlijk ook de frequentie van de draaggolf variëren, zoals bij FM of de fase, zoals bij fasemodulatie.



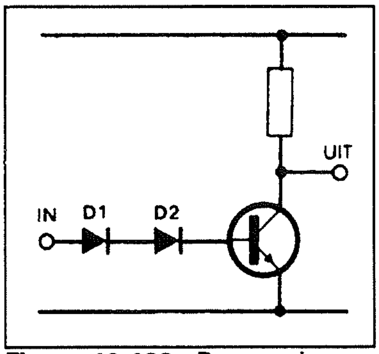
Figuur 10-127: Draaggolf.

Drain Is een aansluiting van een FET. Bij een N-FET wordt de drain verbonden met de positieve spanning, zie figuur 10-128.



Figuur 10-128: Drain.

Drempelspanning Is een spanningsgrootte die overschreden moet worden alvorens een schakeling op de spanning reageert. Bij het voorbeeld van figuur 10-129 moet de ingangsspanning groter worden dan 2,1 V (de geleidingsspanningen van de twee dioden plus de basis-emitterspanning van de transistor), alvorens de transistor in geleiding gestuurd kan worden. Door het invoeren van een drempel kan men een schakeling ongevoelig maken voor kleine stoorspanningen. De bovenstaande schakeling zal bijvoorbeeld niet reageren op stoorsignalen die kleiner zijn dan 2 V.

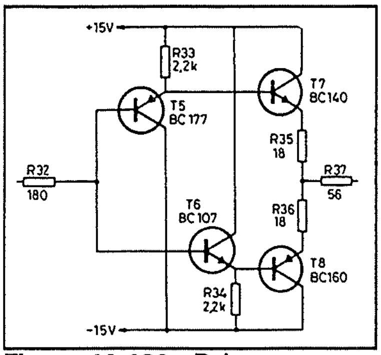


Figuur 10-129: Drempelspanning.

Drift Is de verandering in eigenschappen van een elektronische schakeling onder externe invloeden zoal temperatuur of tijd. Als men bijvoorbeeld de spanning over een zenerdiode meet bij verschillende temperaturen, dan zal men merken dat deze spanning steeds een andere waarde heeft. Dit komt door de temperatuursdrift. De meeste schakelingen moeten daarom voorzien worden van compenserende netwerken, die de invloed van de temperatuur te niet doen.

Driver is een schakeling die in staat is een grote stroom te leveren aan een belasting. In principe is een vermogens-laagfrequent eindversterker

dus een driver. De term wordt echter alleen gebruikt voor tussentrappen die noodzakelijk zijn, omdat een bestaande schakeling niet in staat is de belasting te sturen. Voorbeeld: tussen de uitgang van een sinusgenerator en de daarop aangesloten belasting moet een driver opgenomen worden omdat de belasting anders de generator te veel gaat belasten, waardoor de generator kan afslaan. In figuur 10-130 is het schema getekend van een zeer universeel bruikbare driver, die symmetrische signalen kan verwerken, een zeer grote bandbreedte heeft en een zeer lage uitgangsimpedantie.

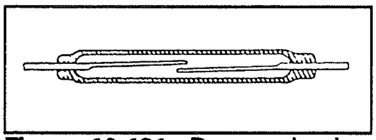


Figuur 10-130: Driver.

Drop out Is een korte onderbreking in het geluidsspoor op een band, meestal veroorzaakt door een stofdeeltje dat tijdens de opname of de weergave tussen de band en de geluidskop passeert.

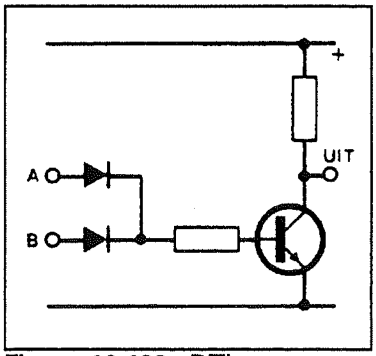
Drum Een meestal metalen cilinder, die voorzien wordt van een dunne laag materiaal waardoor het oppervlak van de cilinder bepaalde eigenschappen krijgt.

Dry reed schakelaar Een magnetische schakelaar, samengesteld uit een glazen buisje waarin twee contacten gesmolten zijn, zie figuur 10-131. Door een extern magnetisch veld zullen de twee contacten naar elkaar toe bewegen, waardoor het contact gesloten wordt.



Figuur 10-131: Dry reed schakelaar.

DTL-schakeling Engels, staat voor "diode transistor logic". Is een reeks geïntegreerde digitale schakelingen, waarbij de logische functies worden uitgevoerd met dioden en transistoren. Een voorbeeld van een DTL-schakeling is in figuur 10-132 getekend. De schakeling is een NOR-poort. De uitgang zal "L" zijn, als of ingang A of ingang B "H" is. DTL-schakelingen zijn nu algemeen vervangen door TTL-schakelingen, die veel betere eigenschappen hebben.



Figuur 10-132: DTL.

DTMF Afkorting van "dual tone multi frequency". Een internationaal gestandaardiseerd kiessysteem voor telefoonnummers, waarbij de cijfers worden omgezet in toontjes die ieder uit een menging van twee zuivere sinussignalen bestaan. Via eenvoudige filtertechnieken is de centrale in staat deze toontjes te decoderen en te beslissen welk cijfer werd ingetoetst. In figuur 10-133 zijn de gestandaardiseerde DTMF-frequenties weergegeven.

SIGNAL	LOW-FREQUENCY COMPONENT (Hz)	HIGH-FREQUENCY COMPONENT (Hz)
1	697	1209
2	697	1336
3	697	1477
4	770	1209
5	770	1336
6	770	1477
7	852	1209
8	852	1336
9	852	1477
0	941	1336
*	941	1209
#	941	1477
A	697	1633
B	770	1633
C	852	1633
D	941	1633

Figuur 10-133: DTMF.

DT-snede Een snede door een piëzo-elektrisch kristal onder een hoek van -53° ten opzichte van de Z-as. Een plaatje dat onder deze hoek uit het kristal is gesneden heeft een temperatuurscoëfficiënt van 0 ppm bij een temperatuur van exact 30 °C.

Dual In het algemeen de term waarmee wordt aangegeven dat iets uit twee identieke componenten of systemen bestaat. Een dual-transistor bevat dus twee identieke transistoren in één behuizing. Een dual-gate FET beschikt over twee identieke gate-aansluitingen.

Dual beam oscilloscoop Een oscilloscoop die twee signalen op het scherm kan zetten, waarbij deze twee signalen worden geschreven door twee elektronenstralen, afkomstig uit twee elektronenkannonnen in de beeldbuis.

Dualiteitsprincipe Een zeer belangrijk principe uit de theoretische natuurkunde, dat de basisgrootheden van de natuur (straling en materie) zowel een

deeltjeskarakter toekent als een golfkarakter toedicht. Licht kan volgens het dualiteitsprincipe zowel beschreven worden door een straal energetische deeltjes, fotonen genoemd, maar ook als een golfverschijnsel van elektromagnetische straling.
Bij een niet-quantummechanische verklaring van de werking van elektronische onderdelen moet men soms een beroep doen op het materie-karakter en soms een beroep doen op het golf-karakter van elektronen of van licht. Voorbeeld: stel een zonnecel voorzien van een lens. Het concentreren van het zonlicht op de cel door middel van de lens kan alleen verklaard worden als het zonlicht wordt voorgesteld door straling, die in de lens volgens de bekende wetten van de optica gebroken en afgebogen wordt. Het omzetten van het zonlicht in de cel in elektrische spanning kan echter alleen verklaard worden als men het zonlicht beschouwt als een stroom zeer energetische deeltjes, dus fotonen, die interacties aangaan met de deeltjes in de atomen van de zonnecel.

Dubben Is in de opnametechniek het maken van een geluidsopname over een bestaande opname heen.

Dummy In het algemeen een onderdeel dat niet noodzakelijk is voor de werking van een schakeling, maar wordt toegevoegd voor test- of afregeldoeleinden. Een dummybelasting wordt bijvoorbeeld op een eindversterker aangesloten om deze schakeling te kunnen testen onder vol vermogen.

Dunne film schakeling Een schakeling die bestaat uit een ceramische drager, waarop door middel van foto- of opdamptechnieken zeer dunne films van geleidend materiaal worden aangebracht. Op deze manier kan men weerstanden, condensatoren en spoelen fabriceren, die maar een paar duizendsten van een millimeter dik zijn.

Duplex Het gelijktijdig via één kanaal ontvangen en verzenden van gegevens.

Duty cycle De verhouding tussen de "L"-periode van een puls en de "H"-periode van deze puls. Een volledig symmetrische puls heeft dus een duty cycle van 50.

DVD Afkorting van "digital versatile disk", oftewel universele digitale schijf. De internationaal gestandaardiseerde opvolger van de Audio-CD, waarop echter veel meer data geschreven kan worden. Dit is een gevolg van het verlagen van de golflengte van het LASER-licht waarmee de schijf wordt afgetast. Maar bovendien ondersteunt de standaard tweezijdig beschreven schijven, waarbij iedere zijde nog eens twee lagen informatie kan bevatten. Bovendien ondersteunt de DVD-standaard alle mogelijke vormen van data-opslag, dus niet alleen audio, maar ook video en wordt gebruik gemaakt van een gestandaardiseerd compressie algoritme, namelijk MPEG-2. DVD zou in principe volledig compatibel moeten zijn met alle vorige CD-standaarden, dus van de oude Audio-CD tot de moderne Video-CD, Photo-CD, CD-ROM en CD-I. Met een DVD-speler zou men dus alle bestaande CD's kunnen afspelen. De eerste DVD-spelers zullen waarschijnlijk medio 1997 op de markt komen.

Dynamiek Is het verschil tussen de zachtste en de hardste passage van een geluidssignaal. De dynamiek wordt uitgedrukt in een aantal dB. Als bijvoorbeeld de dynamiek van een geluidssysteem gelijk is aan 60 dB, dan wil dit zeggen dat het maximale volume, dat dit geluidssysteem onvervormd kan produceren, 1.000 keer groter is dan het minimale. Hoe groter de dynamiek van een geluidssysteem, hoe beter de kwaliteit.

Dynamische microfoon Is een microfoon, die werkt volgens het elektro-magnetische principe. Een spoeltje beweegt op het ritme van het opgevangen geluid in het veld van een permanente magneet, waardoor er in dat spoeltje een wisselspanning wordt opgewekt. Dit signaal is evenredig aan de opgevangen geluidstrillingen.

Dynamisch geheugen Geheugen, waarin de logische waarde wordt vastgehouden als lading van een capaciteit. Aangezien deze lading weglekt, moet zij regelmatig ververst worden. Bij de meeste dynamische geheugens gebeurt dit door interne logika met als enige voorwaarde van buitenaf het binnen een bepaalde tijd adresseren van alle geheugenplaatsen.

A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z

E

E In de universele Europese codering voor halfgeleiders staat E, als tweede letter gebruikt, voor een halfgeleider die werkt met een tunnel-effect.

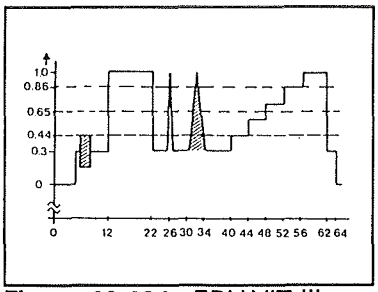
E Symbool van elektrische gelijkspanning.

e Symbool van elektrische wisselspanning.

e Het natuurlijk getal, basis voor het berekenen van natuurlijke logaritmen, heeft een waarde van 2,71828...

Earth Engels voor aarde of voor het potentiaal dat de aarde voert. In de meeste gevallen worden alle spanningen gemeten ten opzichte van dit aard-potentiaal.

EBU VIT-lijnen Vijf lijnen van een TV-beeld, die niet zichtbaar zijn op het scherm, maar worden gebruikt voor het versturen van testgegevens. Deze lijnen hebben de nummers 17, 18, 22, 330 en 331. Door de weergave van deze lijnen door de video-versterker op het scherm van een oscilloscoop te bestuderen, krijgt men een goed inzicht in de kwaliteit van deze versterker. De samenstelling van de eerste VIT-lijn (nummer 17) is geschetst in figuur 10-134. Met deze puls kan men het pulsgedrag van de video-versterker beoordelen en de bandbreedte van het totale ontvangstsysteem inschatten.



Figuur 10-134: EBU VIT-lijnen.

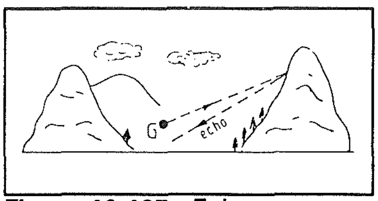
ECC-code Afkorting van "error correction code". Een code die wordt toegepast bij het schrijven van gegevens naar magnetische data-dragers, zoals diskettes. Dank zij deze code is het systeem in staat de integriteit van de terug gelezen gegevens te beoordelen. Fout gelezen gegevens kunnen worden hersteld.

Eccles Jordan schakeling Andere benaming voor flip-flop, naar de twee technici die voor het eerst een bi-stabiele schakeling met twee triodes ontwikkelden.

ECDC transistor Afkorting van "electrochemical diffused collector transistor". Een technologie bij de fabricage van hoogvermogen PNP transistoren, waarbij het weggeëtste halfgeleidermateriaal wordt vervangen door een warmtegeleidend metaal, waardoor een geïntegreerd koelplaatje ontstaat en de halfgeleider zijn gedissipeerd vermogen sneller kan afvoeren.

ECG Afkorting van "electrocardiogram", een grafiek waarop de elektrische functies van het hart worden geregistreerd.

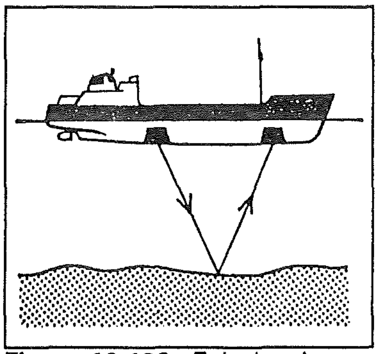
Echo Een acoustisch verschijnsel, waarbij een in een bepaalde richting uitgestraald geluid wordt teruggekaatst door een of meerdere obstakels, zoals een muur of een berg, zie figuur 10-135. Echo onderscheidt zich van nagalm, doordat bij echo het originele geluid en het teruggekaatste geluid duidelijk van elkaar te onderscheiden zijn.



Figuur 10-135: Echo.

De snelheid van het geluid in de atmosfeer bedraagt ongeveer 300 m/s. Door middel van echo kan men dus grote afstanden vrij nauwkeurig meten.

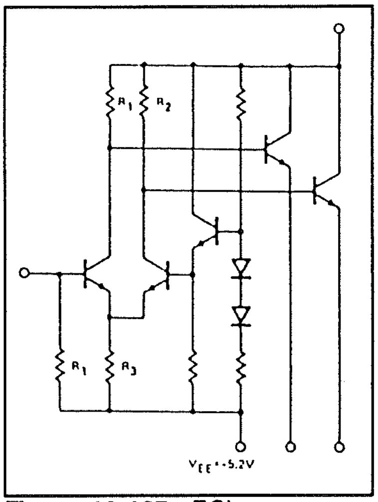
Echolood Is een apparaat waarmee men met behulp van geluidsgolven de diepte van de zeebodem onder een schip kan bepalen. Een elektronische schakeling zendt audiofrequente pulsen uit, die door middel van een transducer worden omgezet in drukgolven. Deze golven planten zich door het water verder naar de bodem en worden daar teruggekaatst naar het schip, zie figuur 10-136. De teruggekaatste golven worden weer opgevangen door een transducer en omgezet in een elektrisch signaal. Uit het tijdverschil tussen het uitzenden en ontvangen van de golven kan de schakeling de diepte van de zeebodem berekenen.



Figuur 10-136: Echolood.

ECL Afkorting van "emitter coupled logic". Een familie van digitale schakelingen, waarbij de transistoren niet in verzadiging worden gestuurd. Het kost dan ook minder energie en tijd om van "L" naar "H" te schakelen en vice versa. De propagation delay van een typische ECL-poort bedraagt minder dan 3 ns. Het spanningsverschil tus-

sen beide logische signalen is echter vrij klein ("L" = 0,7 V, "H" = 1,5 V), waardoor de storingsgevoeligheid relatief groot is. De moderne ECL-100.000 reeks heeft een delay van minder dan 1 ns en kan frequenties tot 500 MHz verwerken. De typische opbouw van een ECL-poort is getekend in figuur 10-137.



Figuur 10-137: ECL.

ECP Afkorting van "enhanced capability port". Een door MicroSoft en Hewlett-Packard ontwikkelde uitbreiding van de standaard Centronics printerpoort voor PC's. De ECP-poort werkt volledig bi-directioneel, zodat het randapparaat ook gegevens onder de vorm van woorden van 8 bit terug kan sturen naar de computer. Bovendien ondersteunt de ECP-standaard het adresseren van apparatuur, zodat men meerdere apparaten op één poort kan aansluiten. De ECP-standaard ondersteunt verder het volgens RLE comprimeren van de gegevens, zodat de gegevens sneller door de poort kunnen worden verzonden. Zie ook EPP.

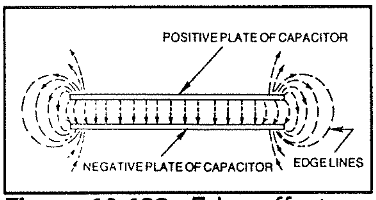
ECTL Afkorting van "emitter coupled transistor logic", een verzameling digitale schakelingen die ook wel ECL worden genoemd, zie aldaar.

Eddy stroom Een circulerende stroom die ontstaat in een geleider als deze geleider onderworpen wordt aan een variërend magnetisch veld. Het voorkomen van deze Eddy-stroom is de voornaamste reden waarom de kern van een trafo nooit uit één massief stuk ijzer bestaat, maar uit van elkaar geïsoleerde dunne ijzeren lamellen. Op deze manier wordt verhinderd dat er een grote Eddy-stroom in de kern kan ontstaan.

Edge Engels voor "rand" of "kant". Met edge wordt in de elektronica in het algemeen de rand van een verschijnsel bedoeld, zoals uit de volgende steekwoorden zal blijken.

Edge connector Een vrouwelijke connector, die past over de rand van een printplaat. Op de rand van deze printplaat is een groot aantal koperen en vergulde contactvlakken geëtst, waarover de contacten van de edge connector glijden.

Edge effect Het verschijnsel dat de elektrische veldlijnen tussen de platen van een vlakke condensator zich ook buiten het oppervlak van de platen uitbreiden in de ruimte, zie figuur 10-138. Deze paracitaire veldlijnen zijn er de oorzaak van dat er tussen twee dicht bij elkaar staande capaciteiten een bepaalde ongewenste koppeling ontstaat.



Figuur 10-138: Edge effect.

Edge triggered Men zegt dat een schakeling "edge triggered" is, als zij wordt geactiveerd door de voor- of achterflank van een puls en niet door het "L" of "H" zijn van de puls. Dat betekent een wereld van verschil! Een "edge triggered" schakeling zal dus alleen reageren op de flanken en niet op de stabiele niveaus. Omgekeerd geldt hetzelfde.

Edison cel Een accumulator met positieve platen van nikkel en nikkelperoxyde en negatieve platen van fijn verdeeld ijzer. Het elektroliet bestaat uit een oplossing van 20 % natronloog in water. De spanning in ontladen toestand bedraagt ongeveer 1,2 V en in geladen toestand ongeveer 1,7 V. De Edison cel heeft een lager rendement dan de standaard loodaccu, maar is veel lichter in gewicht.

Edison effect Het in 1873 door Edison ontdekte verschijnsel dat tussen een gloeiende metaaldraad en een positief geladen plaat, beiden ondergebracht in een luchtledig gezogen ballon, stroomovergang plaats vindt. Het ontdekken van dit natuurkundig verschijnsel ligt aan de basis van de elektronica, want alle buizen werken volgens dit principe.

Editing Het bewerken van ruw geluid- of video-materiaal tot een productierijpe opname. Editing houdt onder andere in het verwijderen van ongewenste stoorsignalen, het verwijderen van ruis, het in balans brengen van de verschillende geluidsbronnen, etc.

Editor Een programma voor het invoeren of wijzigen van gegevens in het algemeen of programma's in het bijzonder. Een hexadecimale editor verzorgt bijvoorbeeld het uitlezen van

het toetsenbord, de weergave van de ingetoetste informatie op het beeldscherm en maakt wijzigingen of aanvullingen in het geschreven programma mogelijk.

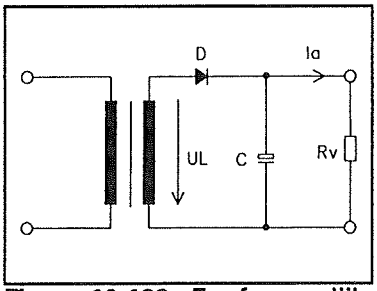
EDO-RAM Afkorting van "extended data out read access memory". Een moderne vorm van geheugen-technologie, waarbij de processor in staat is het geheugen sneller uit te lezen. Dank zijn deze technologie kan men de hoge snelheid van de allersnelste Pentium-processoren optimaal benutten.

EEG Afkorting van "electroencephalogram". Een grafiek die de elektrische activiteiten in de hersenen registreert.

Eenaderige kabel Een elektriciteit geleidende kabel, die uit slechts één ader bestaat en waarmee dus slechts één signaal vervoerd kan worden. Eenaderige kabel is het best bekend onder de vorm van soepele montagedraad, waarmee men de diverse onderdelen van een elektronisch apparaat met elkaar verbindt.

Eenfase gelijkrichting Een vorm van gelijkrichting, waarbij slechts voor één polariteit van de wisselspanning een gelijkrichtend element (meestal een diode) aanwezig is, zie figuur 10-139. De eenfasige gelijkrichter heeft een heleboel slechte eigenschappen, zoals grote bromspanning op de uitgangsspanning, hoge inwendige impedantie, ongelijkmatige belasting van de voedingstrafo en hoge piekstromen door de afvlakelco en wordt zelden toegepast.

Eenheden Een eenheid is die eigenschap van een natuurkundig verschijnsel waardoor dat verschijnsel meetbaar wordt. Voorbeeld: door het introduceren van de Volt als eenheid van elektrische spanning kan men de elektrische spanning op diverse punten vergelijken.



Figuur 10-139: Eenfase gelijkrichting.

Eenhedenstelsel Een verzameling eenheden, die een onderlinge relatie vertoont. In de natuurkunde worden tegenwoordig alle eenheden uitgedrukt in het MKS-stelsel. Dat wil zeggen dat de eenheid van lengte de meter (m) is, de eenheid van massa de kilogram (kg) en de eenheid van tijd de seconde (s). Alle overige grootheden van alle natuurkundige verschijnselen kunnen in principe terug gerekend worden naar een combinatie van deze drie basiseenheden.

EEPROM Afkorting van "electrically erasable programmable read only memory". Een niet vluchtig geheugen (de gegevens blijven bewaard na het uitschakelen van de voedingsspanning) dat door het aanleggen van een speciale programmeerspanning geprogrammeerd kan worden. De geprogrammeerde gegevens kunnen echter met een tweede elektrisch signaal weer gewist worden. Bij afwezigheid van deze signalen blijven de gegevens in het geheugen opgeslagen.

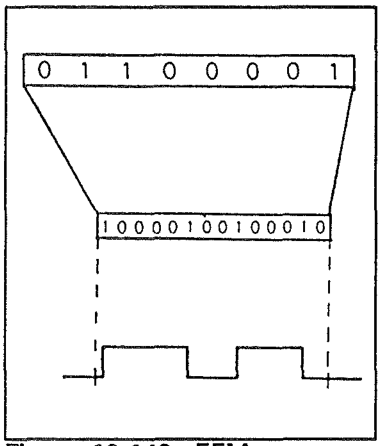
Effectieve waarde De effectieve waarde van een wisselspanning is gelijk aan de waarde van een gelijkspanning, die even veel thermisch vermogen genereert als de beschouwde wisselspanning. Het invoeren van dit begrip, afgekort tot E_{eff}, is noodzakelijk omdat een wisselspanning per definitie niet constant is in de tijd en men toch op de een of andere manier een referentie moest verzinnen om iets te kunnen zeggen over de waarde van een dergelijke spanning. Dank zij de effectieve waarde kan men de thermische uitwerking van wisselspanningen vergelijken met deze van gelijkspanningen.

Effectieve capaciteit De reële waarde van de capaciteit tussen twee geleiders, gelijk aan de som van de bedradingscapaciteit, de strooicapaciteit, de eventuele capaciteit van de tussen de twee geleiders aangebrachte condensator, etc. Als men met zeer hoogfrequente signalen werkt is het van belang de effectieve capaciteit tussen twee geleiders te kennen. Moet er ergens een capaciteit van 10 pF aanwezig zijn, dan zal men bij het solderen van een condensator van die waarde vaststellen dat de effectieve capaciteit veel hoger is als gevolg van de genoemde effecten.

EFL Afkorting van "emitter follower logic", een familie van digitale schakelingen waarbij de transistoren als emittervolger zijn uitgevoerd.

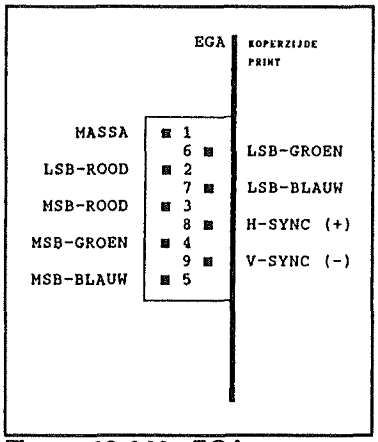
EFM Afkorting van "eight to fourteen modulation". Een techniek die bij alle soorten Compact Disk's wordt gebruikt om de digitale gegevens om te zetten naar een formaat dat geschikt is voor registratie in het oppervlak van de schijf. Een normaal 8 bit breed woord wordt omgezet in een 14 bit lange code. Dit is noodzakelijk omdat het optische registratiesysteem niet in staat is twee

hoge bits achter elkaar op te slaan. In de 256 combinaties die een woord van 8 bit kan bevatten zijn er echter tal van combinaties die twee of meer hoge opeenvolgende bits bevatten. Om dit probleem te omzeilen heeft men berekend dat alle 256 codes van een 8 bit breed woord kunnen omgezet worden naar een 14 bit brede code, waaruit men 256 combinaties kan kiezen die géén twee opeenvolgende hoge bits bevatten. In figuur 10-140 is geschetst hoe een 8 bit breed datawoord eerst wordt omgezet in een 14 bit breed CD-byte en hoe dit byte wordt geperst in het oppervlak van de schijf. De hoge bits worden voorgesteld door de overgangen tussen de nokken en de dammen, die in het oppervlak van de schijf worden geperst.



Figuur 10-140: EFM.

EGA Afkorting van "enhanced graphics adapter", een standaard voor grafische kaarten van computers die een resolutie biedt van 640 x 350 pixels en 16 kleuren uit een palet van 64 kleuren. Bovendien biedt de EGA-standaard de mogelijkheid zélf karakterset's te definiëren, waarvan er twee parallel gebruikt kunnen worden. Het video-RAM moet minimaal 64 kB en kan maximaal 256 kB groot zijn, waarbij er in het laatste geval plaats is voor het opbergen van 8 beeldschermpagina's. De beeldherhalingsfrequentie bedraagt 60 Hz en de monitoraansturing gebeurt digitaal met twee bits per kleur. De standaard EGA-connector is een 9-pens D-connector en is getekend in figuur 10-141.

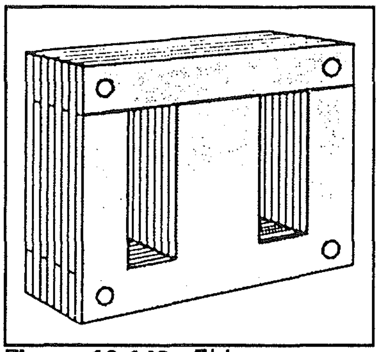


Figuur 10-141: EGA.

EHF Afkorting van "extremely high frequency", de frequentieband tussen 30 GHz en 300 GHz.

EHT Afkorting van "extra high tension", extra hoge spanning. In het algemeen een aanduiding voor spanningen in het kV-bereik, zoals de afbuigspanning van beeldbuizen.

EI-kern De standaard manier voor het samenstellen van de metalen kern van een transformator uit dunne geïsoleerde blikken die E- en I-vormen hebben, zie figuur 10-142. Het voordeel van deze kern is dat het gemakkelijk mogelijk is de blikpakketten machinaal in de spoelvorm aan te brengen. Het nadeel is echter dat er per blik drie onderbrekingen in de magnetische flux ontstaan. Die drie luchtspleetjes veroorzaken strooivelden en dus verliezen in de trafo. Om deze verliezen zo klein mogelijk te maken worden de EI-blikken om en om gestapeld. De gestandaardiseerde coderingen vermelden steeds de lengte van het I-blik. Het blik EI-96 heeft dus een I-blik met een lengte van 96 mm.

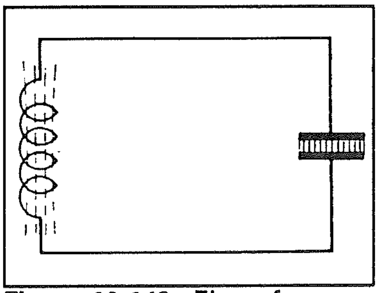


Figuur 10-142: EI-kern.

EIA Afkorting van "electronic industries association", een internationale club waarbij de grootste fabrikanten van elektronische apparatuur, systemen en onderdelen zijn aangesloten en die zich tot doel heeft gesteld internationale standaarden op te stellen.

Eigen frequentie Is een algemeen begrip voor het aangeven van de frequentie van de trillingsverschijnselen die kunnen optreden in afgesloten natuurkundige systemen. Als voorbeeld wordt de LC-kring van figuur 10-143 behandeld. Stel dat de kring even in een magnetisch veld wordt gebracht. Er wordt dus een korte energie-stoot aan het systeem aangeboden. In de spoel zal een spanning ontstaan, die de condensator oplaadt. Nadat het magnetisch veld is weggevallen zal de condensator zich gaan ontladen over de spoel. Deze stroom wekt rond de spoel een magnetisch veld op, dat weer voor een spanning over de spoel zorgt. Deze spanning zal de condensator weer

gaan opladen. Als men het systeem volledig verliesvrij veronderstelt, zal de uitwisseling van elektrische energie tussen spoel en condensator eeuwig door blijven gaan. Het verschijnsel is dus volledig te vergelijken met een mechanisch equivalent, namelijk een veer waaraan eenmalig getrokken wordt of een slinger die eenmalig in beweging wordt gezet. De energie-uitwisseling tussen spoel en condensator gebeurt met een bepaalde frequentie die de eigen frequentie van de kring wordt genoemd. De waarde van deze frequentie wordt gegeven door de formule $f=1/[2*\pi*\sqrt{L*C}]$. De eigen frequentie van een kring is een belangrijk fundamenteel gegeven. Zonder dit verschijnsel zouden er geen afgestemde kringen bestaan en dus ook geen radio of TV! Zie ook energie opslag.



Figuur 10-143: Eigen frequentie.

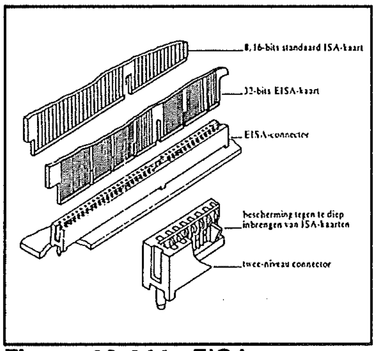
Eindtransistor De transistor die het afsluitend element vormt van een versterker en die in de meeste gevallen in staat moet zijn om vermogen aan de belasting te leveren.

Eindtrap De laatste trap in een versterker, die bestaat uit een of meer vermogenstransistoren en die de spanning van de voorversterker omzet in een stroom, zodat de versterker vermogen aan de belasting kan leveren.

Einstein theorie Een van de belangrijkste theorieën van de twintig-eeuwse natuurkunde, beter bekend onder de populaire benaming "relativiteitstheorie". Het belang voor de elektronica is dat uit deze theorie volgt dat de massa van een elektron niet constant is, maar afhankelijk van de snelheid van het elektron ten opzichte van de waarnemer. Hoe sneller het elektron beweegt, hoe zwaarder het wordt. Energie (snelheid) wordt dus als het ware omgezet in massa, zie Einstein vergelijking.

Einstein vergelijking Een zeer belangrijke wet uit de natuurkunde, die beschrijft dat massa en energie in feite twee uitingen zijn van hetzelfde natuurkundige fenomeen. Men zegt wel eens dat massa "bevroren" energie is! De vergelijking van Einstein is ongetwijfeld de beroemdste wet uit de natuurkunde: $E=M*c^2$. Hierin staat c voor de snelheid van het licht in het luchtledige, ongeveer 300.000 km/s.

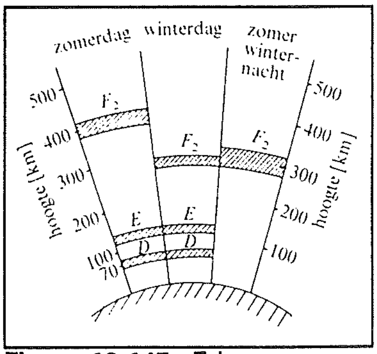
EISA Afkorting van "extended industry standard architecture". Een computer-architectuur die aangepast is aan de capaciteiten van 32 bit microprocessors, zoals de 80486. EISA was de opvolger van de ISA-architectuur, een bussysteem dat niet meer in staat was de grote vooruitgang in processor-technologie te volgen. EISA heeft een 32 bit brede databus, een adresbereik tot 4 GB, een doorvoersnelheid van 33 MB/s, busmastering waarbij de controle over de bus uit handen van de centrale processor kan worden genomen en automatische configuratie van uitbreidingskaarten. Bovendien is de EISA-architectuur volledig compatibel met de oude 16 bit EISA-architectuur. Om dit voor elkaar te krijgen werkt het EISA-slot met contacten op twee niveaus, zie figuur 10-144. Door de aanwezigheid van beschermingsnokken kunnen oude ISA-kaarten niet doordringen tot de dieper gelegen extra contacten van de 32 bit EISA-architectuur.



Figuur 10-144: EISA.

E-kern Zie El-kern.

E-laag Een laag in de atmosfeer, op een hoogte van ongeveer 120 km, die elektromagnetische golven reflecteert. Dank zij deze reflectie kan men "over de horizon" zenden en ontvangen. In figuur 10-145 zijn de drie lagen van de ionosfeer, de D-, E- en F-lagen, in hun onderling verband voorgesteld.



Figuur 10-145: E-laag.

Elco Afkorting van "elektrolytische condensator", zie aldaar.

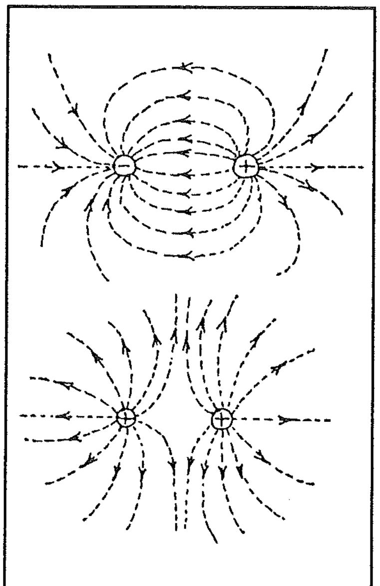
Elektret Een dunne schijf uit een of ander diëlektrisch materiaal, dat permanent elektrisch ge-

polariseerd is en waarin dus een permanent elektrisch veld aanwezig is. Men zou een elektret als het elektrisch equivalent van een permanente magneet kunnen beschouwen. Ook daar is immers een permanent magnetisch veld aanwezig, zonder enige bemoeienis van buiten. Elektret's worden in de elektronica toegepast in transducers, die in de meeste gevallen mechanische trillingen omzetten in elektrische signalen.

Elektret microfoon Een meestal zeer kleine microfoon, die werkt met een elektret als basis, zie aldaar. Deze dunne schijf gaat trillen onder invloed van de opgevangen geluidsgolven. Het gevolg is dat er veranderingen optreden in het permanent elektrisch veld in het elektret. Dit variërend veld veroorzaakt kleine spanningen over het elektret, die versterkt kunnen worden.

Elektriciteit De tak van de natuurkunde die zich bezig houdt met de leer der elektronen, de basisdragers van negatieve elektrische lading.

Elektrisch veld Een van de basisverschijnselen van de natuur. Als ergens in de ruimte een elektrische lading aanwezig is, dan zal rond deze lading een elektrisch veld ontstaan. Men zou kunnen zeggen dat het veld de ruimte definieert, waarbinnen andere geladen voorwerpen reageren op de beschouwde lading. In figuur 10-146 is geschetst hoe de elektrische velden rond twee puntladingen op elkaar reageren als beide ladingen tegengesteld zijn (boven) of als beide ladingen dezelfde polariteit hebben (onder). Merk de grote overeenkomst tussen het gedrag van elektrische en magnetische velden! Het fundamenteel verschil is echter dat er wél een elektrische puntlading bestaat, maar dat het magnetisme geen puntmagneet kent. Tot nu toe bestaat een magneet steeds uit een noord- en een zuidpool, waartussen het magnetisch veld ontstaat. Er zijn wel bepaalde natuurkundige theorieën die het bestaan van zo'n enkelpolige magneet, een zogenoemde magnetische monopool, vermoeden.



Figuur 10-146: Elektrisch veld.

Elektrische dipool Twee gelijke, maar tegengestelde elektrische ladingen, die zich dicht bij elkaar bevinden.

Elektrische wind De luchtverplaatsing die ontstaat als elektronen ontsnappen uit de punt van een elektrode die op een zeer hoge spanning staat.

Elektro-acoustiek De techniek die zich bezig houdt met het omzetten van elektrische signalen in acoustische golven en het omzetten van acoustische golven in elektrische signalen.

Elektrocardiogram Zie ECG.

Elektrochemie De tak van de natuurkunde die zich bezig houdt met de verbanden tussen elektrische en chemische processen. Toepassingsvoorbeelden van de elektrochemie zijn het ontwerpen en de produktie van batterijen en cellen.

Elektrochemische spanningsreeks Tussen twee vaste geleiders, ondergedompeld in een elektrisch geleidende vloeistof, ontstaat een spanningsverschil. De grootte van deze spanning is afhankelijk van het soort geleiders. De tabel, waarin alle geleiders gerangschikt worden naar de grootte van deze spanning noemt men de elektrochemische spanningsreeks. Als referentie wordt waterstof gebruikt. In figuur 10-147 is de spanningsreeks weergegeven van geleidende materialen die in batterijen worden toegepast. Uit deze spanningsreeks kan men afleiden welke geleiders gebruikt moeten worden om een bepaalde spanning over de klemmen van een elektrische cel of batterij te genereren.

MATERIAAL	SPANNING
GOUD	+1,50 V
PLATINA	+ 0,86 V
ZILVER	+ 0,80 v
KWIK	+ 0,79 V
KOOLSTOF	+0,74 V
KOPER	+ 0,34 V
BISMUTH	+ 0,28 V
ANTIMOON	+ 0,14 V
WATERSTOF	0 V
LOOD	- 0,13 V
TIN	- 0,14 V
NIKKEL	- 0,23 V
KOBALT	- 0,29 V
CADMIUM	- 0,40 V
IJZER	- 0,44 V
CHROOM	- 0,56 V
ZINK	- 0,76 V
MANGAAN	- 1,10 V
ALUMINIUM	- 1,67 V
MAGNESIUM	- 2,40 V
NATRIUM	- 2,71 V
KALIUM	- 2,92 V
LITHIUM	- 2,96 V

Figuur 10-147: Elektrochemische spanningsreeks.

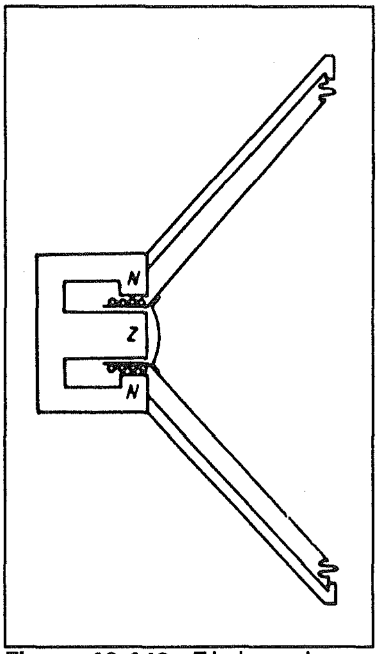
Elektrode Een punt in een elektronisch onderdeel, dat elektriciteit levert of dat elektriciteit opneemt. Staat de elektrode op een positieve spanning, dan spreekt men van anode, staat de elektrode op een negatieve spanning dan is het een kathode.

Elektrode dissipatie Het thermische vermogen dat in een elektrode wordt gegenereerd als gevolg van het vloeien van elektrische stroom door de elektrode.

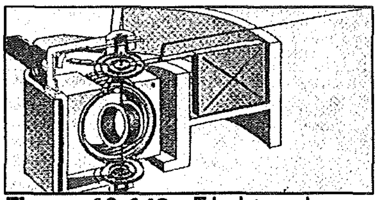
Elektrodynamica De leer die zich bezig houdt met het bestuderen van elektronen in beweging.

Elektrodynamische luidspreker Een luidspreker waarbij een spoel, gemonteerd op een beweeglijke conus, kan bewegen in de luchtspleet van een permanente magneet, zie figuur 10-148. Als door de spoel een wisselstroom wordt gevoerd, zal rond de spoel een wisselend magnetisch veld ontstaan. Dit veld reageert met het constante magnetisch veld van de magneet. Het gevolg is dat er afstotende en aantrekkende krachten ontstaan, waardoor de spoel met conus heen en weer gaat bewegen. De grote trechtervormige conus drukt de luchtmoleculen samen of trekt deze uit elkaar, waardoor drukgolven ontstaan die zich verder planten in de ruimte en door het menselijk gehoor als geluid worden opgevangen. De meeste luidsprekers werken elektrodynamisch.

Elektrodynamische meter Een meter waarbij de naald beweegt als gevolg van de interactie die ontstaat tussen de magnetische velden die door twee spoelen worden opgewekt. De meter bevat een vast opgestelde spoel en een daarbinnen draaibare spoel, zie figuur 10-149. Als door beide spoelen een stroom wordt gestuurd zullen twee magnetische velden ontstaan die elkaar aantrekken of afstoten. Als gevolg daarvan zal de draaibare spoel gaan draaien rond zijn as. De draaiing zal de naald van de meter over de schaal verplaatsen. Het voordeel van een elektrodynamische meter is dat het instrument zowel voor gelijk- als voor wisselstroom bruikbaar is.



Figuur 10-148: Elektrodynamische luidspreker.

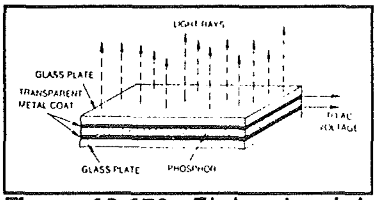


Figuur 10-149: Elektrodynamische meter.

Elektro-encephalogram Zie EEG.

Elektroliet Een waterige oplossing van een chemisch zout met als eigenschap dat het zout uiteen valt in vrije negatief geladen elektronen en positief geladen ionen. Het gevolg is dat het elektroliet een geleider wordt van elektrische stroom. Elektrolieten worden toegepast in electrische cellen, accumulatoren en elco's.

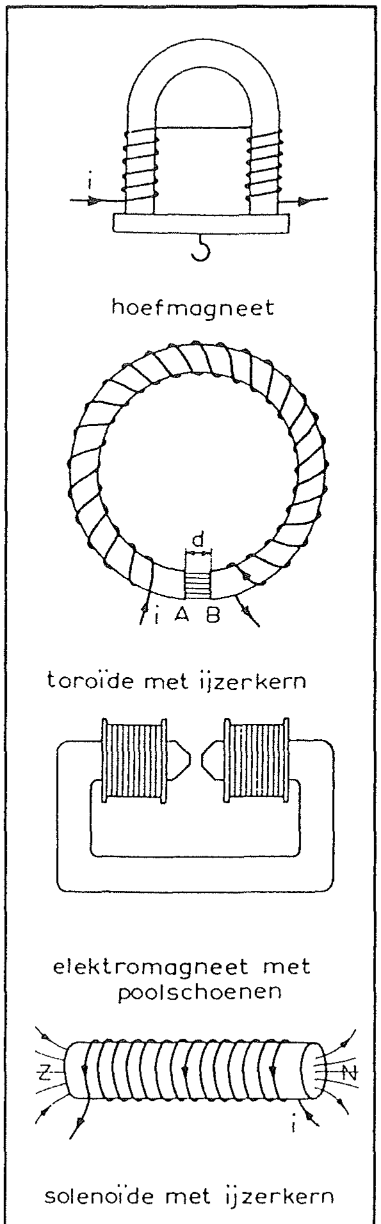
Elektroluminicentie De eigenschap van bepaalde fosforen om licht uit te stralen als er een wisselspanning over het materiaal wordt aangelegd. Elektroluminicentie wordt toegepast in licht uitstralende panelen, die bijvoorbeeld achter het LCD-scherm van een draagbare computer worden gemonteerd. Zo'n paneel bestaat uit een sandwich-constructie van een fosfor en twee daarop opgedampte zeer dunne en daardoor transparante metalen films, zie figuur 10-150. Legt men tussen deze films een wisselspanning aan, dan zal de plaat licht uitstralen.



Figuur 10-150: Elektroluminicentie.

Elektrolyse Is het uitvoeren van chemische reacties door het plaatsen van twee elektroden in een geleidende vloeistof en deze elektroden aan te sluiten op een externe spanningsbron. De vloeistof is een elektroliet of een gesmolten zout. Door de optredende stroom ontstaan er reacties in het elektroliet en op de elektroden, bijvoorbeeld het neerslaan van een metaal uit het zout op een van de elektroden. Op deze

manier kan men onedele metalen veredelen door er een dunne laag goud op neer te slaan.



Figuur 10-151: Elektromagneet.

Elektrolytische weerstand Een regelbare weerstand met zeer groot vermogen, samengesteld uit een bad met een elektroliet en twee metalen elektroden, die door middel van een hevel in minder of meerdere mate in het elektroliet gedompeld kunnen worden. Hoe dieper de elektroden in het elektroliet zakken, hoe lager de weerstand van de constructie zal worden. Elektrolytische weerstanden worden bijvoorbeeld gebruikt bij de werkplaatsen van de NS om de elektrische motoren van de treinstellen te testen.

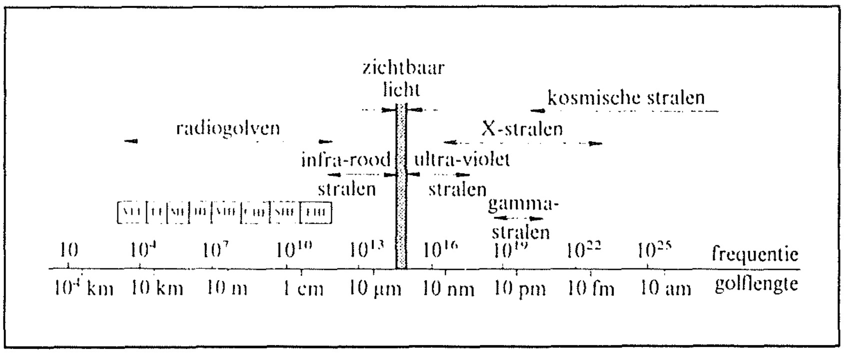
Elektrolytische condensator Een condensator, opgebouwd uit één elektrode (de ene plaat) in een of ander elektroliet. Het elektroliet doet dienst als tweede plaat. Door elektrochemische reacties wordt er op de elektrode een zeer dunne isolerende laag gevormd. De dikte van dit diëlektricum, meestal aluminiumoxyde, ligt in de grootte-orde van enkele µm! Omdat de twee platen van de condensator zo dicht op elkaar staan zal de waarde van de condensator erg hoog zijn. Elektrolytische condensatoren zijn op de markt met waarden tot 100.000 µF!

Elektromagneet Bestaat uit een weekijzeren kern, waarop een spoel is gewikkeld. Stuurt men een stroom door de spoel, dan ontstaat rondom de spoel een magnetisch veld. Vanwege de lage magnetische weerstand van de kern zal het grootste deel van dit veld zich concentreren in de kern. Het magnetisch veld treedt uit aan de uiteinden van de kern en is daar zeer krachtig. Elektromagneten worden, afhankelijk van hun functie, in verschillende vormen vervaardigd, zoals solenoide, toroide, hoefmagneet of poolschoen magneet, zie figuur 10-151. In de elektronica worden elektromagneten toegepast in relais.

Elektromagnetisch spectrum Het golflengte gebied van alle tot nu toe ontdekte elektromagnetische stralingsvormen in de natuur. Zoals uit figuur 10-152 blijkt, loopt dit spectrum van de VLF-band met golflengten groter dan 10 km tot aan de gammastralen, met golflengten kleiner dan 10 pm. Het door mensen waar te nemen licht is ook een elektromagnetische golf en bestrijkt slechts een heel klein deel van het volledige spectrum.

Elektromagnetische afbuiging Afbuiging van een elektronenstraal onder invloed van een magnetisch veld, opgewekt door een elektromagneet. Wordt toegepast bij beeldbuizen in TV-toestellen en computermonitoren.

Elektromagnetische constante Een fundamentele constante uit de natuurkunde. Wordt voorgesteld door het symbool c en is gelijk aan de voortplantingssnelheid van elektromagnetische golven in het absolute luchtledige: 299.792.458 meter

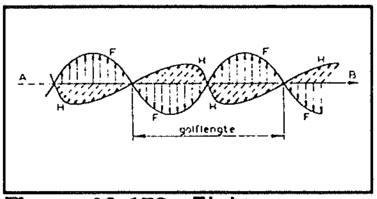


Figuur 10-152: Elektromagnetisch spectrum.

per seconde. Volgens de theorie van Einstein is de elektromagnetische constante de hoogste snelheid die in het heelal bereikbaar is.

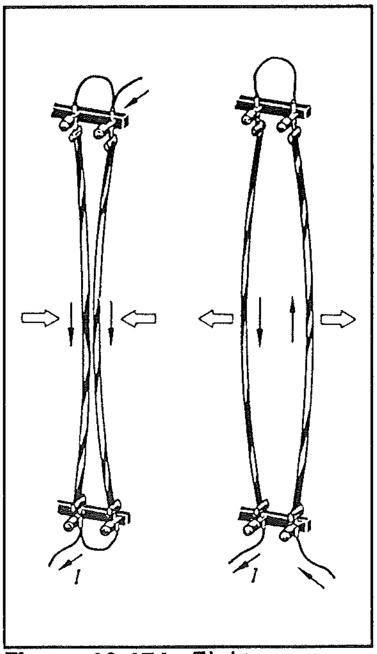
Elektromagnetische golven
De ruimtelijke voortplanting van periodiek veranderende elektrische en magnetische velden. Uit de natuurkunde weet men dat een variërend elektrisch veld een variërend magnetisch veld opwekt. Maar een variërend magnetisch veld wekt weer een variërend elektrisch veld op. Beide verschijnselen houden elkaar dus in stand, waardoor de voortplanting van het golfverschijnsel door de ruimte verklaard wordt. Een elektromagnetische golf bestaat dus, zie figuur 10-153, uit een magnetisch veld en een elektrisch veld die loodrecht op elkaar staan. De mogelijkheid van het bestaan van dergelijke golven werd voor het eerst door Maxwell verondersteld. Uit zijn wiskundige beschrijving van het verschijnsel kon men afleiden dat een elektromagnetische golf zich in het luchtledige met precies dezelfde snelheid voortplant als het licht, ongeveer 300.000 km/s. Hieruit trok Maxwell de conclusie dat ook licht een elektromagnetisch golfverschijnsel moet zijn. Tegenwoordig is algemeen aanvaard dat het voor menselijke ogen zichtbaar licht een klein deel vormt van het gehele elektromagnetisch spectrum. Ook alle radio-, TV- en radarzenders stralen elektromagnetische golven uit.

Elektromagnetische inductie
Het genereren van een wisselspanning in een geleider als gevolg van het vloeien van een wisselstroom door een in de nabijheid opgestelde andere geleider.



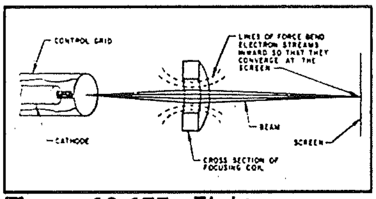
Figuur 10-153: Elektromagnetische golven.

Elektromagnetische kracht
De kracht die de oorzaak is van de beweging van een stroomvoerende geleider in een magnetisch veld. Het bestaan van deze elektromagnetische kracht werd voor het eerst aangetoond door Ampère met het in figuur 10-154 voorgesteld experiment. Twee stroomvoerende geleiders, in elkaars nabijheid opgesteld, trekken elkaar aan of stoten elkaar af, afhankelijk van de stroomrichting door de geleiders.



Figuur 10-154: Elektromagnetische kracht.

Elektromagnetische lens Een "lens" waarmee een elektronenstraal gebundeld kan worden. De "lens" werk doordat elektronen worden aangetrokken of afgestoten door magnetische velden. Stuurt men een ongebundelde elektronenstraal door een focusserende spoel, zie figuur 10-155, dan kan de magnetische veldsterkte rond de spoel zo afgeregeld worden, dat de elektronenstraal gefocusseerd wordt in één punt, bijvoorbeeld het scherm van een monitor. Elektromagnetische lenzen worden bijvoorbeeld ook toegepast bij elektronenmicroscopen.



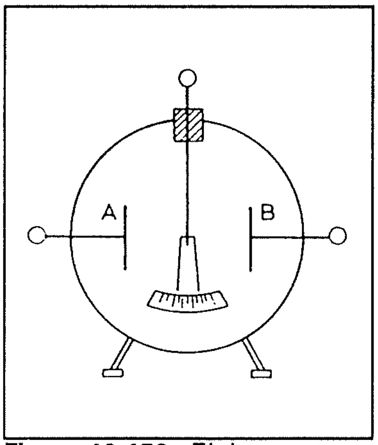
Figuur 10-155: Elektromagnetische lens.

Elektromagnetische luidspreker Een luidspreker die werkt doordat een spoel kan bewegen in het veld van een permanente magneet, zie elektrodynamische luidspreker.

Elektromagnetisme De leer der natuurkunde die zich bezig houdt met het bestuderen van de relaties die er bestaan tussen elektrische en magnetische fenomenen. Deze studie leidde er uiteindelijk toe dat Maxwell zijn universele veldvergelijkingen kon opstellen: deze beschrijven elektrische en magnetische verschijnselen als twee aspecten van één groter natuurkundig geheel. Zie ook elektromagnetische golven.

Elektromechanische transducer Een onderdeel dat elektrische trillingen omzet in mechanische en vice versa. Typisch voorbeelden van dergelijke transducers zijn luidsprekers en microfoons.

Elektrometer Een meetinstrument waarmee men de grootte van elektrostatische spanningen heel gevoelig kan meten. In de meeste gevallen bestaat een dergelijke meter, zie figuur 10-156, uit een metalen bol waarin twee elektroden A en B zijn aangebracht. Deze worden met de massa verbonden, zodat de bol ongevoelig wordt voor externe elektrische velden. In de bol is een meetelektrode aanwezig die aan de onderzijde voorzien is van twee zeer dunne gouden folies. Wordt deze elektrode in contact gebracht met een elektrostatische spanning, dan wordt de elektrode opgeladen en zullen de twee folies elkaar afstoten. Op een schaalverdeling kan men de grootte van deze afwijking aflezen. Er bestaat een rechtstreeks verband tussen de grootte van de afwijking en de spanning waarmee de elektrode werd opgeladen.



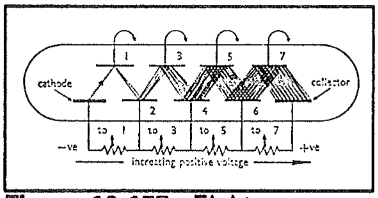
Figuur 10-156: Elektrometer.

Elektromotor Een elektrische machine die elektrische energie omzet in mechanische energie. In de elektronica wordt tegenwoordig vaak gewerkt met stappenmotoren, bijvoorbeeld voor de nauwkeurige aandrijving van printermechanismen.

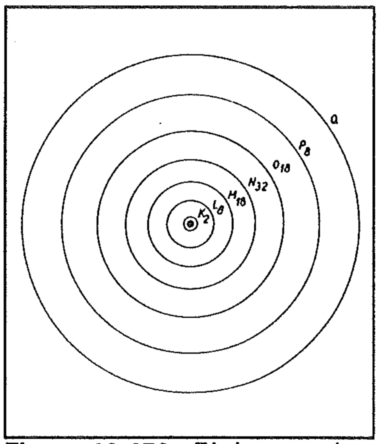
Elektromotorische kracht Meestal afgekort tot emk. Is de spanning die aan de klemmen van een ***onbelaste*** spanningsbron ter beschikking staat. Als de bron wordt belast, zal de uitgangsspanning dalen tot de klemspanning. Dit is het gevolg van het feit dat iedere spanningsbron een bepaalde inwendige weerstand heeft. De belastingsstroom wekt over deze weerstand een spanningsval op, die het verschil geeft tussen de emk en de klemspanning.

Elektron Volgens de theorieën van de klassieke mechanica een van de elementaire bestanddelen van de materie. Het elektron kan volgens de klassieke mechanica voorgesteld worden als een uiterst klein materiedeeltje, dat een negatieve elektrische lading heeft. Het draait in bepaalde banen rond de atoomkern. Elektronen in de buitenste banen hebben een kleine binding aan de kern en kunnen gemakkelijk uit het atoom ontsnappen. Dergelijke zogenoemde vrije elektronen vormen de basis van de elektrische stroom. Het elektron heeft een massa van $9{,}1*10^{-28}$ gram. Volgens de moderne theorieën kan het elektron echter ook voorgesteld worden door een golffunctie (materiegolf), waarvan de golflengte gegeven wordt door de De Broglie vergelijking: $\lambda=h/m*v$, waarin h de constante van Planck is, m de massa van het elektron en v de snelheid van het elektron.

Elektronen vermenigvuldiger Een onderdeel dat in staat is de hoeveelheid invallende elektronen te vermenigvuldigen. In figuur 10-157 is de fundamentele werking van zo'n onderdeel geschetst. De kathode zendt een kleine stroom elektronen uit, bijvoorbeeld als gevolg van het invallen van licht op deze elektrode. Deze worden aangetrokken door elektroden, die op positieve spanningen staan. Een kathode-elektron dat op zo'n plaat invalt veroorzaakt secundaire emissie. Voor ieder invallend elektron zendt de elektrode meerdere elektronen uit. De laatste elektrode is de collector, die alle via de secundaire emissie opgewekte elektronen weer verzamelt.



Figuur 10-157: Elektronen vermenigvuldiger.



Figuur 10-158: Elektronenbanen.

Elektronenbanen Volgens de klassieke mechanica de ongeveer cirkelvormige banen, waarin de elektronen rond de kern van een atoom draaien. Volgens het atoommodel van Rutherford, zie figuur 10-158, kunnen de elektronen op slechts zeven banen, ook schillen genoemd, rond de atoomkern draaien. Iedere schil kan een beperkt aantal elektronen

bevatten: 2, 8, 16, 32, 16, 8. Hoewel dit banenmodel een heleboel verschijnselen niet kan verklaren, is men in staat de meeste elektronische fenomenen er in onder te brengen.

Elektronen drift De beweging van vrije elektronen in een (half)geleider van atoom naar atoom.

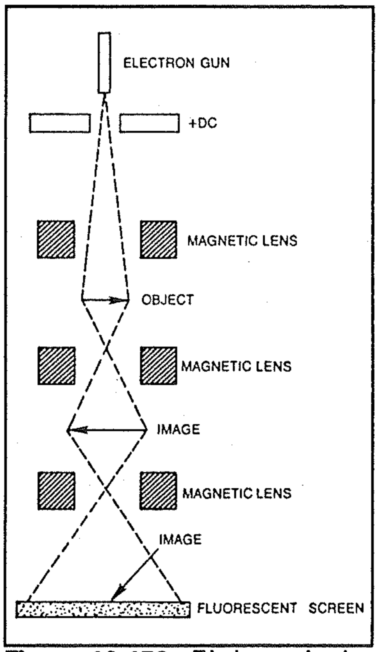
Elektronenkanon Een constructie die in staat is een bundel elektronen uit te zenden. In iedere beeldbuis zit een elektronenkanon. Een gloeidraad verwarmt een elektrode, de kathode genoemd. Deze gaat elektronen uitzenden, die door ingewikkelde lensconstructies worden gebundeld tot een straal. Deze straal komt uiteindelijk terecht op het scherm van de beeldbuis.

Elektronenspin Het verschijnsel dat elektronen, net zoals de aarde, om hun eigen as draaien.

Elektronenstraal Een gebundelde hoeveelheid elektronen, die door een luchtledig gezogen glazen balon uit het elektronenkanon naar het scherm van de beeldbuis wordt geschoten, onder invloed van een zeer hoge positieve spanning die in de buurt van het scherm aanwezig is.

Elektronica In het algemeen dat deel van de elektriciteitsleer, dat zich bezig houdt met het manipuleren van elektronenstromen. Onder manipuleren wordt dan verstaan: het onderbreken, versterken, verzwakken, aanpassen en besturen.

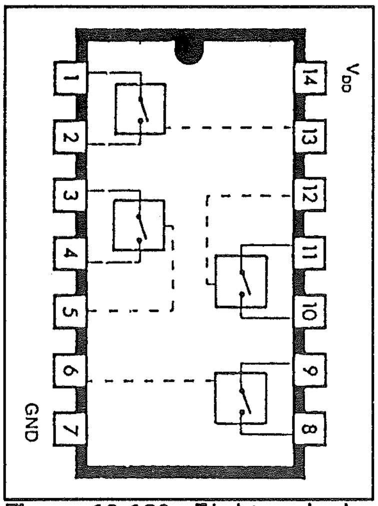
Elektronisch scheidingsfilter Een combinatie van een actief laagdoorlaat en actief hoogdoorlaat filter, dat bedoeld is voor het splitsen van het audiospectrum van 20 Hz tot 20 kHz in twee banden. De lage band gaat naar een eindversterker die de lage tonen luidspreker voedt, de hoge band gaat naar een eindversterker die de hoge tonen luidspreker aanstuurt. Elektronische scheidingsfilters hebben veel betere eigenschappen dan de passieve, die alleen uit spoelen, weerstanden en condensatoren bestaan en die rechtstreeks het luidsprekersignaal manipuleren.



Figuur 10-159: Elektronische microscoop.

Elektronische microscoop Een microscoop, die niet met licht werkt, maar met een elektronenbundel. Een elektronenstraal, uitgezonden door een elektronenkanon, wordt versneld door een positieve elektrode en gebundeld. De elektronenstraal straalt het te vergroten object aan, zie figuur 10-159. De snelle elektronen gaan interacties aan met de atomen van het object, waardoor als het ware een beeld van dit object in de elektronenstraal wordt gemoduleerd. De gemoduleerde straal wordt vervolgens via elektronische lenzen op een fluorescerend scherm geprojecteerd. Op dit scherm ontstaat een vergroot beeld van het object. De werking van zo' apparaat kan het best begrepen worden als men de elektronenstroom niet voorstelt door een bundel deeltjes, maar door een materiegolf. Omdat de golflengte van deze materiegolf veel en veel kleiner is dan deze van licht, zullen ook veel kleinere details in het object de golven afbuigen of weerkaatsen.

Elektronische schakelaar Een onderdeel dat analoge spanningen aan en uit kan schakelen. De bekendste elektronische schakelaar is de CD4066, zie figuur 10-160, die uit vier elektronische schakelaars bestaat. Een elektronische schakelaar kan dus wél analoge spanningen schakelen, maar moet bestuurd worden door een digitaal signaal.



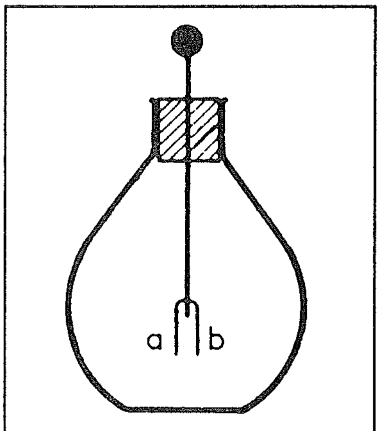
Figuur 10-160: Elektronische schakelaar.

Elektronvolt De basiseenheid van elektrische energie, afgekort tot eV. Een eV is de energietoename van een elektron als dit elektron versnelt wordt door een spanning van 1 V.

Elektro-optica Het onderdeel van de elektriciteitsleer dat zich

bezig houdt met het bestuderen van de interacties tussen elektronen en fotonen. Onderdelen zoals LED's, fototransistoren en zonnecellen zijn typische onderdelen die ontstaan zijn uit de elektro-optica.

Elektroplating Het aanbrengen van een dunne laag van een bepaald metaal op een ander metaal, als gevolg van het vloeien van een elektronenstroom. Het vergulden van de randen van een print (edge connector) is een typisch voorbeeld van elektroplating.



Figuur 10-161: Elektroscoop.

Elektroscoop De allereerste uitvoering van een elektrometer. Bestond uit een glazen fles, zie figuur 10-161, waarin via een rubber kurk een elektrode was aangebracht. Aan de bovenzijde was deze elektrode voorzien van een metalen bol. Aan de onderzijde van de elektrode was een vorkje aangebracht, samengesteld uit twee ten opzichte van elkaar beweegbare gouden strookjes. Brengt men een elektrische lading aan op de bol, dan zal deze lading zich over de elektrode verspreiden. De twee strookjes goud worden geladen en gaan elkaar, vanwege de afstotende werking van gelijke ladingen, afstoten. Op deze manier was men in staat de aanwezigheid van elektrische lading aan te tonen.

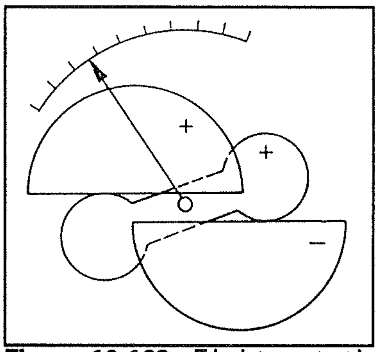
Elektrostatica Het deel van de elektriciteitsleer dat zich bezig houdt met de studie van elektrische ladingen in rust.

Elektrostatische afbuiging Afbuiging van een elektronenstroom onder invloed van een elektrisch veld dat ontstaat tussen twee elektroden. Het veld oefent een aantrekkende of afstotende kracht uit op de elektronenbundel. Elektrostatische afbuiging wordt gebruikt in de beeldbuis van een oscilloscoop.

Elektrostatische lens Een "lens" die in staat is een elektronenstraal te bundelen onder invloed van elektrische velden.

Elektrostatische luidspreker Een luidspreker, waarbij een dun geleidend membraan gaat bewegen onder invloed van een gemoduleerde lading. Het membraan vormt één elektrode van een condensator, een dikkere metalen plaat de tweede elektrode. Brengt men een met het audio-signaal gemoduleerde hoge spanning aan tussen de twee elektroden, dan ontstaan er elektrische velden tussen beide platen. De aantrekkende en afstotende krachten zorgen ervoor dat het dunne membraan gaat trillen en deze trillingen overbrengt op de luchtmoleculen.

Elektrostatische meter Een wijzerinstrument, waarmee grote gelijkspanningen gemeten kunnen worden. Een draaibare elektrode, waaraan een naald is bevestigd draait, zie figuur 10-162, tussen twee vaste elektroden. Legt men tussen de elektroden een gelijkspanning aan dan ontstaat een elektrisch veld dat er voor zal zorgen dat de elektroden worden aangetrokken. De draaibare elektrode wordt dus meer of minder naar de vaste elektroden getrokken.



Figuur 10-162: Elektrostatische meter.

Elektrostatische printer Een printer waarbij zeer fijn gemalen inktpoeder, de toner, via elektrostatische wetten van een trommel (drum) wordt overgebracht op een vel papier. De drum wordt eerst elektrisch geladen en nadien belicht. Door deze belichting zal de lading wegvloeien in de belichte delen van de drum. De overblijvende lading bevat dus een kopie van het beeld. Deze lading trekt de toner aan. Via een tegengestelde lading op het papier wordt de toner van de drum getransporteerd naar het papier.

Element In het algemeen een apparaat dat in staat is elektrische energie te leveren als gevolg van elektrochemische reacties die in het element optreden. In een element wordt chemische energie omgezet in elektrische energie. Het fundamentele verschil tussen een element en een accumulator is dat de werking van een element eenmalig is. Is alle beschikbare chemische energie omgezet in elektrische energie, dan is het element niet meer bruikbaar.

Elementaire lading Is de kleinste hoeveelheid elektrische lading die in de natuur aange-

troffen wordt. Electriciteit blijkt, net zoals materie, niet tot in het oneindige deelbaar te zijn. Op dit moment wordt aangenomen dat het elektron de drager is van deze elementaire lading. De negatieve lading van een elektron is gelijk aan $1{,}60*10^{-19}$ C(oulomb). Hoewel het bestaan van een dergelijke fundamentele lading op diverse manieren experimenteel is aangetoond, kan natuurlijk nooit uitgesloten worden dat er ooit onder het elektronniveau een nog fundamentelere ladingsdrager wordt aangetroffen. Per slot van rekening dacht men nog niet zo lang geleden dat elektronen, protonen en neutronen de fundamentele bouwstenen van de materie waren. Nu blijkt dat deze deeltjes toch deelbaar zijn en zijn samengesteld uit quark's.

E-mail Het verzenden en ontvangen van post langs de telefoonleiding via de computer en een modem.

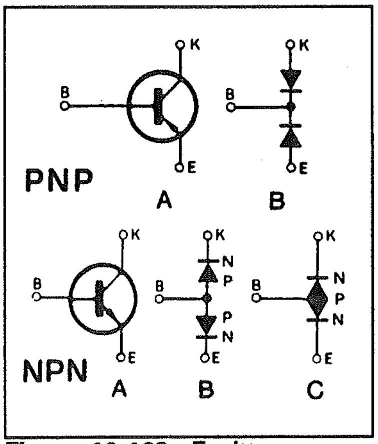
Emanatie Geleerd woord voor het uitzenden van elektronen of radioactieve deeltjes.

Embedding Het ingieten van een onderdeel of een schakeling in een isolerende massa.

EMC Afkorting van "elektromagnetische compatibiliteit". Een begrip dat op dit moment zeer actueel is en dat de onderlinge invloed bestudeert die apparaten, die elektromagnetische golven uitstralen, op elkaar hebben. Ieder apparaat dat elektromagnetische golven uitstraalt werkt als een zender, maar tegelijk ook als een ontvanger voor straling van andere apparatuur. Op deze manier kunnen gemakkelijk storingen ontstaan, zeker in de gevoelige apparatuur van tegenwoordig. Om dit effect te voorkomen is een aantal regels opgesteld, waaraan alle in Europa gefabriceerde apparatuur moet voldoen. Deze regels schrijven maatregelen voor inzake afscherming en stooronderdrukking.

Emissie Het uitzenden van deeltjes, bijvoorbeeld elektronen, vanuit een materiaal. Wordt ook gebruikt om het uitzenden van elektromagnetische straling te definiëren.

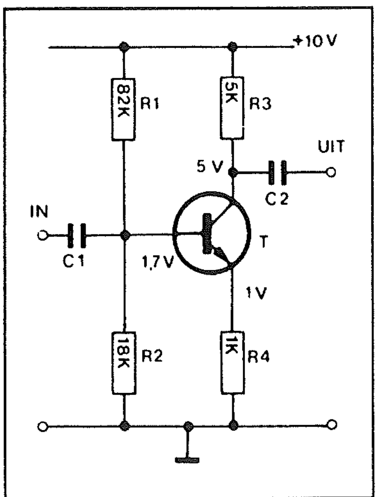
Emitter In het algemeen de aansluiting van een halfgeleider, die verbonden is met de meest bij het massapotentiaal liggende spanning. Bij het transistorsymbool wordt de emitter aangegeven door de aansluiting met een pijltje. De richting van het pijltje bepaalt of de transistor van het PNP- of NPN-type is en geeft de stroomrichting door de halfgeleider weer, zie figuur 10-163.



Figuur 10-163: Emitter.

Emitter basis overgang Het grensgebied tussen de emitter en de basis in een transistor. De emitter basis overgang speelt een belangrijke rol in de werking van de halfgeleider. Bij een silicium transistor zal het onderdeel gaan geleiden als over deze overgang een spanning van ongeveer 0,65 V staat. De mate van geleiding is te controleren door deze spanning te variëren. Van deze eigenschap wordt bijvoorbeeld gebruik gemaakt bij de emitter stabilisatie, zie aldaar.

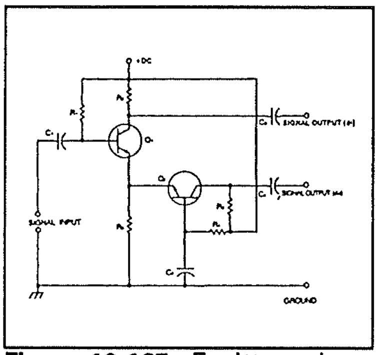
Emitter stabilisatie Een schakeltechniek waarbij de stroom door een transistor wordt gestabiliseerd door het opnemen van een weerstand in de emitter. Het werkingsprincipe wordt voorgesteld in figuur 10-164. De transistor wordt ingesteld door de spanningsdeler R1/R2 in de basis. Er vloeit een bepaalde basisstroom, met als gevolg een bepaalde collectorstroom. Zonder de emitterweerstand R4 zou de collectorstroom erg afhankelijk zijn van de temperatuur en van de voedingsspanning. De geringste wijziging in de spanning op de basis zou tot gevolg hebben dat de basisstroom iets zou stijgen. Deze stijging wordt echter, vermenigvuldigd met de stroomversterkingsfactor van de transistor, terug gevonden in de collectorstroom. Als de basisstroom slechts 10 µA zou variëren en de stroomversterking van de transistor bedraagt 750, dan zou de collectorstroom met 7,5 mA variëren!



Figuur 10-164: Emitter stabilisatie.

Door het invoeren van de emitterweerstand R4 wordt de schakeling gestabiliseerd. Als de basisstroom met het genoemde bedrag wil stijgen, dan zal de toename van de collectorstroom meer spanningsval over de emitterweerstand veroorzaken. De spanning op de emitter gaat stijgen. Hierdoor wordt de spanning over de emitter basis overgang kleiner, waardoor de basisstroom weer gaat dalen. De emitterweerstand voert dus een terugkoppeling in, die de stroomsituatie in de schakeling stabiliseert.

Emittergekoppelde fasedraaier Een transistorschakeling die twee in fase tegengestelde wisselspanningen genereert. De uitgangsspanning die in fase is met de ingangsspanning wordt afgetakt van de emitter, zie figuur 10-165, de uitgangsspanning die in tegenfase is van de collector. De extra transistor Q2 voegt een extra spanningsversterking in, waardoor beide uitgangssignalen even groot worden.

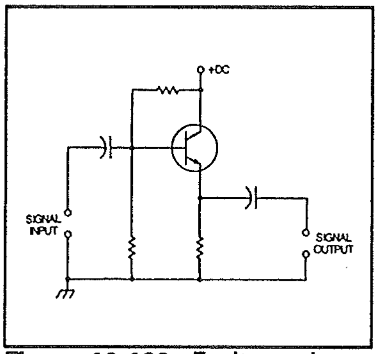


Figuur 10-165: Emittergekoppelde fasedraaier.

Emitterschakeling Een transistortrap, waarbij de emitter het referentiepunt is voor alle spanningen in de schakeling, dus voor de ingangsspanning $V_{basis\text{-}emitter}$ en voor de uitgangsspanning $V_{collector\text{-}emitter}$.

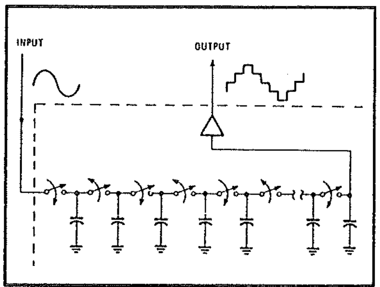
Emitterstroom De stroom die door de emitter van een transistor vloeit, is gelijk aan de som van de basisstroom en de collectorstroom.

Emittervolger Een transistorschakeling, waarbij de collector rechtstreeks met de voedingsspanning is verbonden en waarbij het uitgangssignaal van de emitter wordt afgetakt. Zoals uit figuur 10-166 blijkt, heeft de emittervolger een weerstand in de emitter. De emittervolger heeft een hoge ingangsimpedantie en een lage uitgangsimpedantie. De spanningsversterking is iets minder dan 1.



Figuur 10-166: Emittervolger.

Emmertjes geheugen Een schakeling waarmee analoge signalen vertraagd kunnen worden. Een emmertjes geheugen bestaat, zie figuur 10-167, in principe uit elektronische schakelaars en condensatoren. De eerste condensator wordt, via de eerste gesloten schakelaar, op een bepaald moment opgeladen tot de momentele waarde van de analoge ingangsspanning. Even later opent de eerste schakelaar en sluit de tweede. De spanning over de eerste condensator wordt nu overgedragen op de tweede condensator. Weer even later opent schakelaar S2 en sluit S3. Het monstertje wordt nu overgedragen op de derde condensator. Op deze manier migreert het signaalmonster door de keten, op het ritme van de klokpuls die het openen en sluiten van de schakelaars regelt.



Figuur 10-167: Emmertjes geheugen.

EMP Afkorting van "electromagnetic pulse". Een zeer korte, maar zeer krachtige uitbarsting van elektromagnetische straling die ontstaat bij de explosie van nucleaire wapens. Het gevolg is dat alle gevoelige elektronische apparatuur in een straal van honderden km rond de explosie vernietigd wordt door de grote spanningen die deze EMP in de apparatuur genereert.

Emphasis Het versterken van bepaalde signaalfrequenties. Emphasis wordt bijvoorbeeld toegepast bij FM-zenders, waar de hogere frequenties in het audio-bereik worden versterkt alvorens de zender er mee gemoduleerd wordt. Bij de ontvangst worden deze frequenties weer verzwakt (de-emphasis), waardoor meteen de ontvangen ruis geminimaliseerd wordt.

Emphasizer Een schakeling die bepaalde frequentiebanden versterkt, zie ook emphasis.

Empirische ontwerpmethode Een ontwerpmethode voor elektronische schakelingen,

waarbij de waarden van de noodzakelijke componenten niet van tevoren wiskundig worden berekend, maar waarbij deze experimenteel worden bepaald tijdens de ontwerpfase van de schakeling in het laboratorium. Wordt populair ook wel eens "cut and try" genoemd: soldeer een weerstand in het ontwerp, werkt de schakeling niet, knip hem er uit en probeer een andere waarde.

Emulator Is een hard- of softwarematige imitatie van een schakeling, waarmee deze wat betreft eigenschappen volledig nagebootst kan worden.

Enable Het starten van de werking van een schakeling door middel van een puls. Het tegengestelde heet disable: dan wordt de werking van de schakeling voorkomen door middel van een puls.

Encoding Het omzetten van een signaal in een andere vorm, waarbij echter alle signaalinformatie bewaard blijft. De techniek waarmee de oorspronkelijke signaalvorm weer terug gewonnen wordt heet decoding.

Energie "In den beginne was er energie" zou de openingszin van het wetenschappelijk scheppingsverhaal kunnen zijn. Energie is het fundamenteelste verschijnsel in het heelal en moeilijk te begrijpen. Populair uitgedrukt kan men zeggen dat energie de geschiktheid van een voorwerp is om arbeid te leveren. Energie heeft dan ook dezelfde eenheid als arbeid, namelijk J (Joule). Volgens de standaard definitie wordt een energie van 1 J geleverd als een voorwerp door een kracht van 1 N (Newton) over een afstand van 1 m verplaatst wordt. 1 J is dan ook gelijk aan 1 Nm. Energie is belangrijk omdat het rechtstreeks verband houdt met het in de elektronica vaak gebruikte begrip vermogen. Vermogen is niets anders dan de energie, die per eenheid van tijd geleverd wordt. De eenheid van vermogen is dus de J/s, hetgeen algemeen gebruikelijk wordt vervangen door de W (Watt). Als in een transistor een vermogen van 1 W wordt gedissipeerd, dan betekent dit dus dat aan die weerstand een energie van 1 J/s wordt toegevoerd. Energie kan niet verloren gaan, hetgeen tot uitdrukking komt in de "wet van behoud van energie". Wél kan energie van de ene naar de andere uitingsvorm overgaan, bijvoorbeeld chemische energie naar elektrische energie (cellen en accumulatoren), stralingsenergie naar elektrische energie (zonnecellen) of elektrische energie naar thermische energie (warmteontwikkeling door elektrische stroom).

Energie banden Volgens de traditionele natuurkunde draaien elektronen rond de atoomkern in bepaalde banen, zie elektron en elektronenbanen. Iedere baan komt overeen met een bepaalde hoeveelheid energie. Dit noemt men de energie banden van het atoom. Als een elektron van de ene naar de andere baan overgaat moet het elektron een bepaalde hoeveelheid energie kwijt of een bepaalde hoeveelheid energie opnemen. Een elektron kan dus niet in een willekeurige energie-toestand staan. Een elektron kan alleen de hoeveelheid energie hebben die overeen komt met een van de energie banden. Dit verschijnsel leidt tot de verklaring van een heleboel verschijnselen in de elektronica, zoals het uitzenden van licht door een LED of de werking van een zonnecel. Ook de werking van een diode of een transistor kan alleen begrepen worden als men rekening houdt met de beperkte energie-mogelijkheden van een elektron.

Energie opslag Energie is de geschiktheid van een voorwerp om arbeid te verrichten. Nu kan een elektrisch of magnetisch veld arbeid verrichten. Beide verschijnselen zijn immers in staat krachten uit te oefenen op elektronen, waardoor deze elektronen van richting veranderen. In een elektrisch of magnetisch veld zit bijgevolg energie opgeslagen. Dat betekent dus dat ook een geladen condensator energie bevat. In een geladen condensator is immers een elektrisch veld aanwezig. Ook een spoel in een magnetisch veld bevat energie. Van dit verschijnsel wordt in een aantal elektronische schakelingen dankbaar gebruik gemaakt, bijvoorbeeld bij geschakelde voedingen, waarbij energie-hoeveelheden van een spoel worden overgedragen op een condensator. Wiskundig kan men de hoeveelheid energie die in een condensator is opgeslagen uitdrukken door: $W=C*E^2/2$, waarin W de energie in J(oule) is, C de capaciteit van de condensator in F(arad) en E de spanning over de condensator in V(olt). Voor een spoel geldt: $W=L*I^2/2$, waarin W de energie is in J(oule), L de inductantie van de spoel in H(enry) en I de stroom door de spoel is in A(mpère).

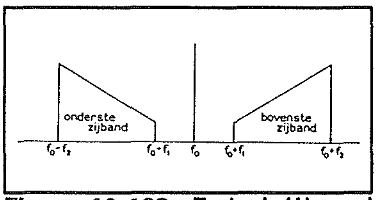
Enhancement MOSFET Een metaaloxyde halfgeleider van het FET-type, waarbij het kanaal direct onder de gate verbreed wordt door het aanleggen van een negatieve spanning in het n-kanaal of door het

aanleggen van een positieve spanning in het p-kanaal.

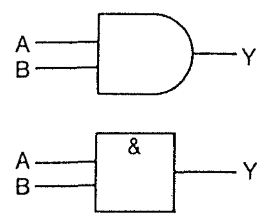
ENIAC Een van de eerste volwaardige computers, ontwikkeld aan de universiteit van Pennsylvania. Het woord is de afkorting van "electronic numerical integrator and computer".

Enkelzijband modulatie Een methode van telecommunicatie, waarbij de uit te zenden informatie in AM op een draaggolf wordt gemoduleerd en waarbij slechts één van de zijbanden wordt uitgezonden. Vaak wordt ook nog de draaggolf onderdrukt, zodat alle beschikbare zenderenergie in die ene zijband kan worden geïnvesteerd. De theorie is als volgt. Als men een sinussignaal in amplitude moduleert met de uit te zenden informatie, dan ontstaat een signaal dat men, middels de methode van Fourier, kan ontleden in een groot aantal sinusvormige spanningen. De frequenties van deze spanningen liggen in twee banden rond de frequentie f_0 van de draaggolf, zie figuur 10-168. Het feit dat de twee zijbanden volledig symmetrisch liggen ten opzichte van de frequentie van de draaggolf heeft tot gevolg dat alle informatie van het uit te zenden signaal aanwezig is in ieder van deze zijbanden. Men kan dus een van die zijbanden volledig onderdrukken. Het grote voordeel van enkelzijband modulatie is dat het uit te zenden signaal een kleiner frequentiespectrum heeft en dus veel minder ruimte in de ether in beslag neemt. Bovendien neemt de efficiëntie van de zender met een factor zes toe.

EN-poort Digitale schakeling met twee of meer ingangen en één uitgang. De uitgang is alleen "H" als alle ingangen "H" zijn. In figuur 10-169 zijn het oude symbool, het nieuwe symbool en de waarheidstabel van een EN-poort getekend.



Figuur 10-168: Enkelzijband modulatie.



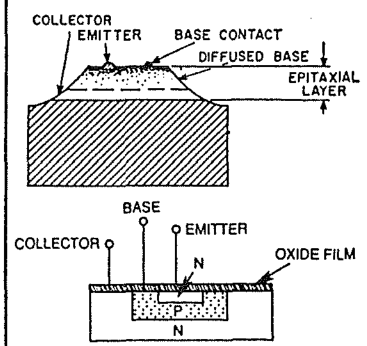
ingangen		uitgang
B	A	Y
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Figuur 10-169: EN-poort.

Entropie Een grootheid uit de theoretische natuurkunde die een maat is voor de energie die in een afgesloten systeem verloren gaat onder de vorm van de laagste energievorm, warmte. Het gevolg is dat de entropie alleen maar kan toenemen en nooit kleiner kan worden. Het symbool voor entropie is Φ, de eenheid J/K.

EOF Afkorting van "end of file". Een karakter dat aangeeft dat het laatste byte van een file is ingelezen.

Epitaxiale transistor Een transistor, waarbij de gewenste halfgeleider structuur wordt verkregen door halfgeleidend materiaal op te dampen op een monokristallijne basis. Er bestaan twee soorten epitaxiale transistoren: mesa en planar. Bij de mesa wordt de ruimte rond de basis weggeëtst om de basis-collector capaciteit te verkleinen. De basis-emitter junctie ligt dus als het ware op een heuveltje, vandaar de naam mesa. Bij de planar uitvoering liggen basis, emitter en collector op hetzelfde niveau. In figuur 10-170 is het verschil tussen beide structuren getekend: boven mesa, onder planar.



Figuur 10-170: Epitaxiale transistor.

EPLD Afkorting van "erasable programmable logic device". Een van de vele soorten programmeerbare logische schakelingen, waarbij de ontwerper de verschillende logische cellen via programmering met elkaar kan verbinden en waarbij deze verbindingsstructuur op een later tijdstip weer te wissen is.

Epoxy Een op basis van glasvezels vervaardigd kunstmatig hars, dat in de elektronica voornamelijk wordt gebruikt voor het maken van printplaten.

EPP Afkorting van "enhanced parallel port", een uitbreiding van de originele Centronics-standaard voor het aansturen van de parallelle computer-

poort. Deze poort is, net zoals de ECP, bidirectioneel. Op de poort aangesloten randapparatuur kan dus 8 bit brede data naar de PC sturen. Bovendien heeft randapparatuur rechtstreeks toegang tot de centrale processor middels een WAIT-signaal. De EPP-norm laat toe maximaal 256 adressen te definiëren voor randapparatuur. De printerkabel kan dus zowel adres- als data-gegevens versturen.

EPROM Afkorting van "electrically programmable read only memory". Een geheugen waarvan de inhoud geprogrammeerd kan worden door het aanleggen van een puls op de programmeer-ingang. De geprogrammeerde gegevens blijven bewaard, ook na het wegvallen van de voedingsspanning. Een EPROM kan alleen gewist worden door de chip gedurende een bepaalde tijd te bestralen met intensief ultraviolet licht. Vandaar dat iedere EPROM te herkennen is aan een klein kwartsvenstertje aan de bovenzijde van de behuizing. Bij een geprogrammeerde EPROM wordt dit venstertje afgeplakt om te verhinderen dat de inhoud gewist wordt door het zonlicht, dat ook veel UV-straling bevat. Een gewiste EPROM kan nadien opnieuw geprogrammeerd worden.

Equalizer Een schakeling waarmee men de volledige audioband van 20 Hz tot 20 kHz indeelt in een groot aantal banden, die ieder afzonderlijk versterkt of verzwakt kunnen worden. Op deze manier is men in staat de weergavekarakteristiek van een geluidsketen aan te passen aan de dempingseigenschappen van de ruimte waarin de apparatuur staat opgesteld.

Equalizing pulsen Pulsen die geïntegreerd zijn in een composite video-signaal en die er voor zorgen dat de horizontale en vertikale beeldsynchronisatie in de pas blijven lopen op het moment dat de TV begint met het opbouwen van een nieuw halfbeeld.

Equipotentiale lijn Een ingebeelde lijn tussen twee geladen platen, waarmee alle punten in de ruimte worden verbonden die op hetzelfde potentiaal staan ten opzichte van een van de platen.

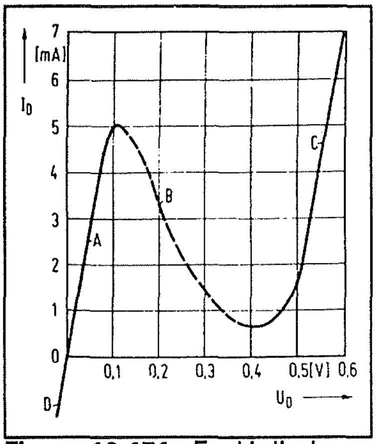
Equivalente schakeling Een maximaal vereenvoudigde voorstelling van een ingewikkelde schakeling, die echter identieke spanningen, stromen, faseverschuivingen en frequenteweergave heeft als de ingewikkelde schakeling. Equivalente schakelingen worden gebruikt in de theoretische elektriciteitsleer om gemakkelijker aan ingewikkelde netwerken te kunnen rekenen.

Erasable Een onderdeel heet erasable als de gegevens, die in het onderdeel aanwezig zijn weer verwijderd kunnen worden door een externe actie.

E-reeksen De E-reeksen bepalen de beschikbare waarden van weerstanden in functie tot hun tolerantie. De reeksen zijn zo samengesteld dat de gefabriceerde waarden, plus en minus hun toleranties, elkaar nét overlappen. Voor weerstanden met een tolerantie van 10 % geldt de E-12 reeks. Weerstanden met 5 % tolerantie worden verkocht in de E-24 reeks. De E-48 reeks geldt voor weerstanden met 2 % tolerantie. Weerstanden met 1 % tolerantie zijn beschikbaar in de E-96 reeks en voor de uiterst nauwkeurige weerstanden met een tolerantie van 0,5 % staan 192 waarden uit de E-192 reeks ter beschikking.

Error-signaal Engels voor foutsignaal. In elektronische regelsystemen is het error-signaal het verschilsignaal tussen de gewenste waarde en de reële waarde. Als een met duimwielschakelaars instelbare voeding wordt ingesteld op een uitgangsspanimng van 12,00 V, dan zal de uitgang waarschijnlijk niet die spanning genereren, maar een spanning die in de buurt ligt, bijvoorbeeld 12,08 V. In dit geval bedraagt het error-signaal 80 mV.

Esaki diode Ander woord voor tunneldiode. Als men de stroom-spanning karakteristiek van een dergelijke diode opmeet, zie figuur 10-171, dan stelt men vast dat er een gebied B is waar de diode een ***negatieve*** weerstand heeft. Een spanningsstijging over de diode heeft een stroomdaling tot gevolg! Dit gebied is uitermate geschikt voor het maken van oscillatoren, omdat de diode in dit gebied als versterker geschakeld kan worden. Zie ook tunneldiode.



Figuur 10-171: Esaki diode.

ESDI Een in 1983 door de firma Maxtor ontwikkelde interface voor het aansturen van harde schijven uit de centrale proces-

sor van een computer. Een eigenschap van ESDI is dat de gevoeligste elektronica in de schijfeenheid is geïntegreerd. ESDI heeft een maximale signaaloverdracht van 24 Mbit/s. Er kunnen maximaal 7 ESDI-schijven op één controller worden aangesloten. Elke ESDI-kaart beschikt over een eigen BIOS, zodat de controller kan volstaan met het versturen van opdrachten, die door de firmware in het BIOS zelfstandig kunnen worden uitgevoerd. Iedere ESDI-schijf moet via een 34-polige stuurkabel en een 20-polige datakabel met de controller worden verbonden.

ET-snede Een zaagsnede door een kwartskristal onder een hoek van +66° ten opzichte van de Z-as.

Ether Oorspronkelijk een denkbeeldig medium, dat het gehele heelal zou vullen. Dit medium werd ingevoerd, omdat de geleerden vroeger niet overweg konden met bepaalde fysische verschijnselen in het luchtledige, zoals de "kracht op afstand" die de zon op de aarde uitoefent of de "lichtgolven" die van de zon de aarde bereiken. Deze verschijnselen konden wel verklaard worden als men veronderstelde dat de ruimte gevuld was met een of andere zeer lichte stof, die zowel de krachtlijnen als de lichtgolven zou transporteren. In 1887 werd door het beroemde experiment van Michelson en Morley definitief aangetoond dat er niet zoiets als een ether bestaat. De daaruit volgende logische conclusie dat het heelal tussen de sterren en planeten absoluut leeg is heeft het denken over de natuur in geheel nieuwe, revolutionaire banen geleid, die uiteindelijk tot de relativiteitstheorie van Einstein hebben gevoerd. In het dagelijkse spraakgebruik is het begrip ether echter blijven bestaan voor een denkbeeldig medium waarlangs radio- en TV-golven de luisteraar/kijker bereiken.

Ethernet Een local area netwerk, waarmee computers gekoppeld kunnen worden. Het netwerk is opgenomen in een busstructuur, de diverse apparaten worden met 50 Ω coaxiale kabels verbonden. Ethernet heeft een maximale snelheid van 10 Mbit/s, de gegevens worden verstuurd volgens de Manchester-code.

Etsen Het op chemische manier verwijderen van een metaallaag van een oppervlak. Wordt in de elektronica toegepast bij de fabricage van gedrukte bedradingen.

Ettinghausen effect Dit effect beschrijft het natuurkundig verschijnsel dat in een stroomvoerende geleider, aangebracht in een sterk magnetisch veld, temperatuursverschillen ontstaan die recht evenredig zijn met de plaatselijke sterkte van het magnetisch veld en met de grootte van de stroom.

Eurokaart Een gestandaardiseerd formaat voor gedrukte bedradingen: 10 cm breed, 16 cm lang. Dank zij deze standaardisatie kan men Euroschakelingen op een eenvoudige manier in gestandaardiseerde behuizingen onderbrengen.

eV Zie elektronvolt.

Evaluation module Een experimentele schakeling in modulevorm, die wordt gebruikt voor het onderzoeken van de toepasbaarheid van de schakeling in een groter geheel.

Even parity check Een methode om de betrouwbaarheid van computergegevens te controleren. Bij deze methode wordt het aantal hoge of lage bits in een woord opgeteld. Is dit aantal oneven, dan wordt het aantal even gemaakt door het toevoegen van een extra hoog of laag pariteitsbit. Bij het lezen van de gegevens kan de software het aantal even bits in woord + pariteitsbit controleren.
Wordt een oneven aantal gevonden, dan is er duidelijk iets mis met dat woord.

Exa Volgens de ISU-standaard een voorvoegsel voor eenheden met als waarde 10^{18}. Het symbool is E. Vanwege de extreem hoge waarde (1.000.000.000.000.000.000!) wordt de exa in de praktijk vrijwel nooit gebruikt.

Excess-three code Een digitale code voor het binair weergeven van decimale cijfers. Het decimale cijfer n wordt voorgesteld door het vier bit brede equivalent van n+3. Voorbeeld: decimaal cijfer 6 wordt in de excess-three code 1001.

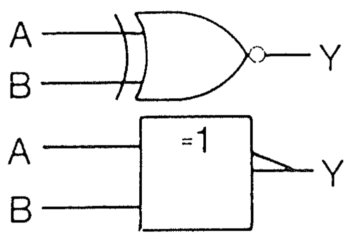
Exciter Een versterker of oscillator die het stuursignaal levert voor de eindtrap van een zender.

Execution time De tijd die een processor nodig heeft voor het uitvoeren van één instructie.

EXNOR-poort Een digitale schakeling met twee of meerdere ingangen en één uitgang. De uitgang is "H" als alle ingangen dezelfde logische waarde hebben, dus allemaal of "L" zijn of "H" zijn. In figuur 10-172 zijn het oude symbool, het nieuwe symbool en de waarheidstabel van een EXNOR samengevat.

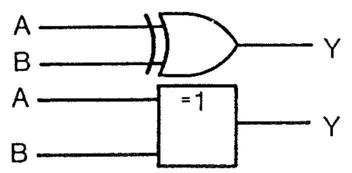
EXOR-poort Een digitale schakeling met minstens twee ingangen en één uitgang. De uitgang is "L" als alle ingangen dezelfde logische waarde hebben, dus allemaal of "L" of "H" zijn. In figuur 10-173 zijn het oude symbool, het nieuwe

symbool en de waarheidstabel van een EXOR samengevat.



ingangen		uitgang
B	A	Y
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Figuur 10-172: EXNOR-poort.

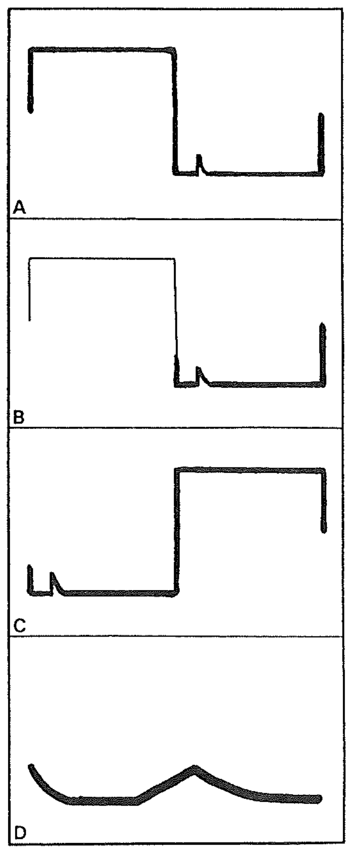


ingangen		uitgang
B	A	Y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Figuur 10-173: EXOR-poort.

Exosfeer De buitenste laag van de aardse atmosfeer.

Expanded afbuiging Een schakeltechniek bij oscilloscopen met als doel details van een signaal volledig in beeld te krijgen, zie figuur 10-174. Bij expanded afbuiging beschikt het apparaat over twee tijdbasissen. De eerste tijdbasis start bij een bepaald triggerniveau en brengt een volledig signaal (A) in beeld. De tweede tijdbasis start na een instelbare vertraging, die geïntensiveerd in beeld verschijnt (B). Nadien kan men omschakelen naar de expanded afbuiging (C). Deze tijdbasis kan tot slot op een snellere afbuigtijd ingesteld worden (D). Op deze manier kan men een bepaald detail uit het volledige signaal in de tijd uitgetrokken in beeld krijgen. Dit systeem wordt ook wel vertraagde tijdbasis genoemd. De twee tijdbasissen heten A (niet vertraagd) en B (wel vertraagd).



Figuur 10-174: Expanded afbuiging.

Expanded geheugen Een nu verouderde methode om de "640 kB barrière" van MS-DOS te omzeilen. MS-DOS kan slechts de laagste 640 kB van het geheugen aanspreken. Toen programma's steeds ingewikkelder werden en meer geheugen nodig hadden werd een methode verzonnen om toch meer geheugen te kunnen aanspreken. Er werd een standaard ontworpen, de zogenoemde LIM-EMS V4.0 standaard. Deze standaard beschrijft hoe maximaal 32 MB extern (expanded) geheugen kan aangesproken worden door het bedrijfssysteem via een techniek die "bankswitching" wordt genoemd. Bij dit systeem worden telkens pagina's van 64 kB van het expanded geheugen overgebracht naar een gedeelte van het systeemgeheugen onder de 640 kB grens. MS-DOS kan dan de inhoud van dit geheugensegment manipuleren, waarna het weer wordt overgebracht naar het externe expanded geheugen.

Expanded scale meter Een analoge meter waarvan het nulpunt onderdrukt wordt en waarbij de schaal begint bij een bepaalde spanning. Een accuspanningsmeter met expanded scale zou bijvoorbeeld een schaalindeling kunnen hebben van 10 V tot 15 V.

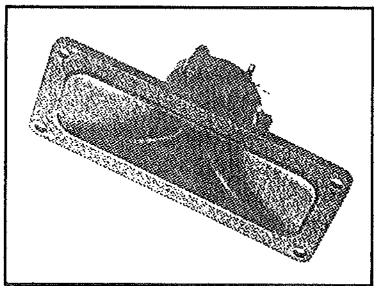
Expander Een schakeling die de dynamiek van een gecomprimeerd audiosignaal weer vergroot tot de oorspronkelijke waarde. Zie ook compander en compressor.

Exponent Een als superscript geschreven getal achter een ander getal (de basis) dat aangeeft tot de hoeveelste macht de basis moet verheven worden. Voorbeeld: 10^3 wil zeggen dat de derde macht van het

getal 10 berekend moet worden, dus 10*10*10=1.000. Dank zij exponenten kan men grote en kleine getallen heel compact voorstellen. Exponenten kunnen ook negatief zijn, in dat geval geeft de exponent aan dat het cijfer 1 gedeeld moet worden door de basis, verheven tot de macht die de exponent voorschrijft. Voorbeeld: 10^{-3} wil zeggen $1/10^3=1/(10*10*10)=0{,}001$.

Exponentieel verloop Een verband tussen twee grootheden dat in basis voldoet aan de uitdrukking $y=x^n$. De stroom-spanning karakteristiek van een diode vertoont een exponentieel karakter. Immers, de stroom door een diode wordt gegeven door de uitdrukking $I=I_S^{(U/N*Vt)-1}$ waarin I_S de verzadigingsstroom van de diode is, U de spanning over de diode, N de emissiecoëfficiënt van de diode en Vt de thermische spanning. Er bestaat dus een exponentieel verband tussen spanning en stroom.

Exponentiële hoornluidspreker Een speciale luidspreker voor de allerhoogste frequenties van het audiogebied, voorzien van een hoorn die een exponentieel verlopende vorm heeft, zie figuur 10-175. Deze hoorn zorgt voor een goede ruimtelijke spreiding van de drukgolven.



Figuur 10-175: Exponentiële hoornluidspreker.

Extended geheugen Het geheugen in een computer dat boven de 1.024 kB ligt. De oude processoren 8088 en 8086 kunnen dit geheugen niet aanspreken. Vanaf de 80286 zijn de Intel-processoren echter in staat veel meer geheugen aan te spreken. Om de compatibiliteit met oude programma's te waarborgen is deze processor en al zijn opvolgers uitgerust met een "real mode". In deze mode werken de processoren als zijn zij oude 8088'ers. MS-DOS zit nog steeds met zijn "640 kB barrière" en kan het extended geheugen niet rechtstreeks aanspreken. Vandaar dat MS-DOS geleverd wordt met residente programma's als EMM386, waarmee het extended geheugen als expanded geheugen kan worden geconfigureerd of als HIMEM.SYS waarmee een deel van het bedrijfssysteem tussen 640 kB en 1.024 kB kan worden geïnstalleerd. Moderne bedrijfssystemen als Windows 95 werken wél rechtstreeks met het extended geheugen. Zie ook expanded geheugen.

Extinctie spanning Is bij een gasontladingsbuis de minimale spanning die over de twee elektroden van de buis aanwezig moet zijn om de gasontlading in stand te houden.

Extractor Een schakeling die een bepaald signaal volledig verwijderd uit een ander signaal.

Extrapolatie Het inschatten van waarden die buiten de beschikbare gemeten waarden liggen, er van uit gaande dat de schakeling zich ook buiten de gemeten zône zal blijven gedragen zoals in de gemeten zône en er dus geen onverwachte effecten optreden.

Extrinsieke halfgeleider Een halfgeleider waarbij aan het basismateriaal, germanium of silicium, onzuiverheden worden toegevoegd om de halfgeleider de gewenste eigenschappen te geven. Zie ook intrinsieke halfgeleider.

F

f Afkorting van femto, een voorvoegsel voor het verkleinen van eenheden met een factor 10^{-15}, een stroom van 1 fA is dus een stroom van 10^{-15} ampère.

F In de universele Europese codering voor halfgeleiders staat F, als tweede letter gebruikt, voor een laagvermogen hoogfrequente halfgeleider. Voorbeeld: BF240 is een hoogfrequente, laagvermogen transistor met silicium als basismateriaal.

F-gebied Een laag in de aardse atmosfeer, ingedeeld in de F1-zône (het laagste deel van de ionosfeer) en de F2-zône, het hoogste deel van de ionosfeer.

Factor Een getal dat in de meeste gevallen ontstaat door de verhouding te maken tussen twee waarden van eenzelfde grootheid, bijvoorbeeld versterkingsfactor, vervormingsfactor, etc.

Fade in De langzame stijging van de amplitude van een audio- of videosignaal, bijvoorbeeld gebruikt bij het overvloeien van het ene signaal naar het andere.

Fade out De langzame daling van de amplitude van een audio- of videosignaal, voornamelijk gebruikt bij het maken van een overvloeier van de ene scène naar de volgende.

Fader Bij mengpanelen voor audio en video de schuifpotentiometer(s) waarmee men de amplitude van een signaal kan variëren tussen nul en maximum.

Fading Het langzaam variëren van de amplitude van een ontvangen signaal als gevolg van externe invloeden op de weg tussen zender en ontvanger. Fading kan ontstaan doordat de elektromagnetische golven via diverse wegen van zender naar ontvanger gaan, bijvoorbeeld rechtstreeks en via terugkaatsing tegen lagen in de atmosfeer. Hierdoor ontstaan in de ontvangstantenne signalen met onderlinge faseverschuivingen, die tot gevolg kunnen hebben dat in tegenfase arriverende golven elkaar opheffen en de amplitude van het ontvangen signaal tijdelijk daalt. Fading heeft nog andere oorzaken, waarvan de meeste te maken hebben met de natuurkundige wetten die de voortplanting van elektromagnetische golven door de ruimte bepalen. In iedere ontvanger is een automatische versterkingsregeling ingebouwd, die het fading-verschijnsel zoveel mogelijk moet opvangen. Er zijn ook andere methoden, die gebruik maken van ontvangst via diverse antennes van een en hetzelfde signaal. De verschillende antennesignalen worden in de ontvanger met elkaar vergeleken en het sterkste signaal wordt verder verwerkt. Een andere methode is het verhogen van het zendervermogen.

Fahrenheit schaal Een temperatuurschaal die gebruikt wordt in de Angelsaksische landen met als referentiepunten 32 °F bij bevriezend water en 212 °F bij kokend water. Sommige geïntegreerde temperatuursensoren kunnen op een heel eenvoudige manier omgeschakeld worden van uitlezing in °F naar uitlezing in °C.

Failsafe Een manier van ontwerpen van schakelingen, waarbij er naar gestreefd wordt dat defecten geen ernstige gevolgen voor de gebruiker tot gevolg hebben.
Een automatische treinbeïnvloeding is een typisch voorbeeld van een systeem dat absoluut failsafe ontworpen moet worden.

Fall time Engels voor "daaltijd", de tijd die de achterflank van een puls nodig heeft om van 90 % tot 10 % van de amplitude te dalen.

False On-waar, de logische nultoestand.

FAMOST Afkorting van "Floiting Gate Avalanche injection MOS Transistor". Deze halfgeleider heeft een zwevende gate die met elektronen kan worden geladen door het aanleggen van een hoge spanningspuls, die een soort lawine-effect veroorzaakt. Hierdoor wordt de karakteristiek van de FAMOST veranderd.
Deze halfgeleiders worden onder geïntegreerde vorm gebruikt in EPROM's, EEPROM's en flash-geheugens.

Fan-in Is de belasting die één ingang van een TTL-poort vormt voor de sturende uitgang, uitgedrukt in de standaard belasting van één ingang voor een bepaalde familie van IC's.

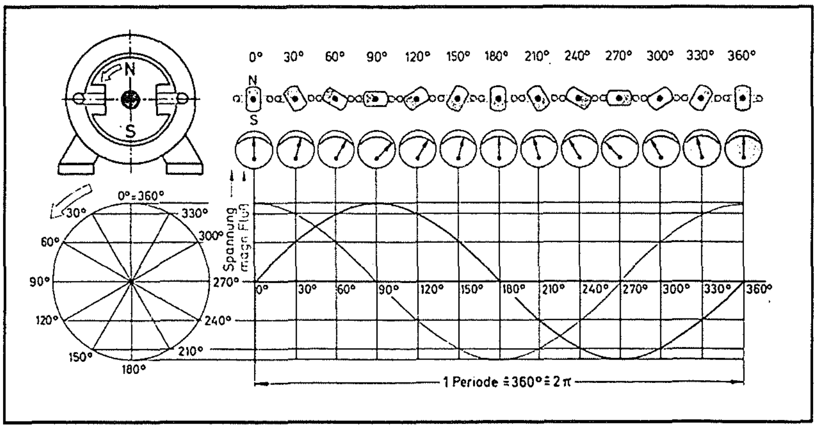
Fan-out Het aantal ingangen dat één uitgang sturen kan, uitgedrukt in de standaard ingangsbelasting van één ingang voor een bepaalde familie van IC's.

Farad De eenheid van capaciteit, afgekort tot F.
Een geleider bezit een capaciteit van 1 F wanneer hij, bij een spanningsverschil van 1 V ten opzichte van een tweede geleider, een lading van 1 C (Coulomb) bezit.
Een condensator heeft een capaciteit van 1 F als het spanningsverschil tussen de twee platen 1 V bedraagt terwijl elk van de platen een lading draagt van 1 C. De capaciteitseenheid heeft als praktisch bezwaar dat zij veel te groot is, zodat men in de praktijk steeds moet werken met voorvoegsels: µF, nF en pF.

Faraday draaiïng Het verschijnsel dat de polarisatierichting van een elektromagnetische golf omdraait als zij door een magneetveld gaat.

Faraday kooi Een volledig gesloten metalen afscherming rond een ruimte of een schakeling, die er voor zorgt dat er absoluut geen magnetische, elektrische of elektromagnetische velden tot de ruimte of de schakeling kunnen doordringen.

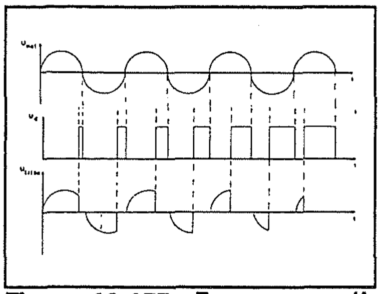
Faraday wet De wet die beschrijft hoe de spanning die in een bewegende geleider wordt opgewekt afhankelijk is van het aantal magnetische veldlijnen dat per tijdseenheid door de geleider wordt doorsneden. Deze wet is er de oorzaak van dat in een dynamo een sinusvormige wisselspanning word gegenereerd. Dit kan verklaard worden aan de hand van figuur 10-176.
Uit deze figuur blijkt duidelijk dat in de rotor-standen 0°, 180° en 360° er een minimaal aantal veldlijnen wordt doorsneden en de spanning dus 0 V is. Naarmate de rotor draait naar de posities 90° en 270° worden er steeds meer veldlijnen gesneden, zodat de spanning bij deze draaihoeken maximaal positief of negatief is.



Figuur 10-176: Faraday wet.

Fase Het tijdverschil tussen de nuldoorgang van een sinusvormig signaal en het moment waarop de spanning een bepaalde waarde heeft. Dit tijdverschil wordt uitgedrukt in hoekgraden (°) en de schaal ontstaat door een periode van het signaal in te delen in 360 hoekgraden. Door middel van het begrip fase kan men ook de tijdsrelatie tussen twee signalen met dezelfde frequentie definiëren. Als men zegt dat er tussen de in- en de uitgangsspanning van een versterker een faseverschuiving van 90° bestaat, kan men daaruit afleiden dat de ene spanning door nul gaat op het moment dat de andere spanning haar maximale positieve waarde heeft bereikt (dit voorbeeld geldt alleen bij sinusvormige spanningen!). Zie ook figuur 10-176, waarbij de fase-indeling in hoekgraden over een periode van een sinus is weergegeven.

Fase aansnijding Een techniek die gebruikt wordt om het geleverde wisselstroomvermogen aan een belasting door middel van triac's of thyristoren continu te regelen. In een besturingsschakeling worden smalle pulsen opgewekt, waarvan het moment waarop de voorflank ontstaat instelbaar is, zie figuur 10-177. De achterflank is gesynchroniseerd met de nuldoorgang van de netspanning. Deze pulsen worden gebruikt voor het ontsteken van de triac of de thyristor. Hoe eerder de voorflank ontstaat, hoe eerder de triac of thyristor zal ontsteken in de halve periode van de wisselspanning en hoe meer vermogen er aan de belasting wordt toegevoerd. De triac of thyristor dooft vanzelf op het moment dat de netspanning door de nul gaat en aan een nieuwe halve periode begint. Fase aansnijding is het principe waarmee alle lichtdimmers werken. In de grafieken van figuur 10-177 zijn van boven naar onder voorgesteld: de netspanning, de stuurpulsen en de spanning over de triac.

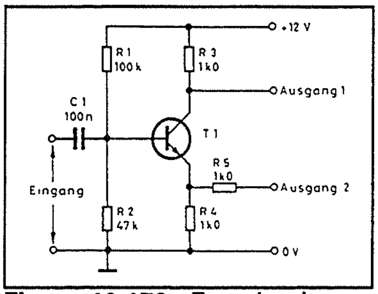


Figuur 10-177: Fase aansnijding.

Fasecompensatie Een techniek, waarbij door het aanbrengen van een netwerk de faseverschuiving tussen twee signalen wordt gecompenseerd. Bij audioversterkers zal er, ten gevolge van slechte eigenschappen van voornamelijk halfgeleiders, een faseverschuiving ontstaan tussen het in- en uitgangssignaal. Omdat hierdoor kans ontstaat op meekoppeling en oscillatie moet men deze faseverschuiving compenseren.

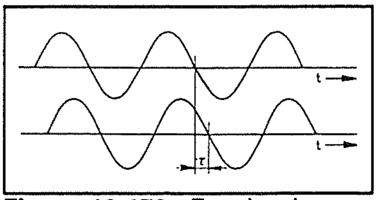
Fasedraaier Een schakeling die de fase tussen het in- en het uitgangssignaal over 180° ver-

schuift. In figuur 10-178 is een fasedraaier getekend rond een transistor. De schakeling heeft twee uitgangen, die even grote spanningen leveren. De spanning op de emitter is in fase met de ingangsspanning, de spanning op de collector is 180° in fase verschoven. Fasedraaiers worden bijvoorbeeld toegepast voor het genereren van de twee signalen die noodzakelijk zijn voor het aansturen van twee in brug geschakelde eindversterkers.



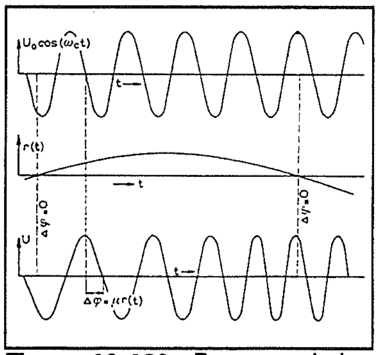
Figuur 10-178: Fasedraaier.

Fasehoek Een grootheid, voorgesteld door τ (Griekse letter tau), die de faseverschuiving tussen twee signalen in aantal hoekgraden definieert. De fasehoek wordt gemeten, zie figuur 10-179, door het tijdverschil te meten tussen de nuldoorgangen van beide signalen en dit te refereren naar de periodeduur. De volledige periode komt overeen met 360°, door de verhouding te berekenen tussen de periode en het genoemde tjdverschil kan men dit laatste omrekenen naar een aantal hoekgraden.



Figuur 10-179: Fasehoek.

Fasemodulatie Een systeem voor het verwerken van een laagfrequent signaal in een hoogfrequent signaal, door de fase van dit laatste signaal te variëren in het ritme van het laagfrequent signaal. Zoals uit figuur 10-180 blijkt, lijkt fasemodulatie heel veel op frequentiemodulatie. Door het variëren van de fase zal de frequentie van het signaal namelijk ook op een bepaalde manier veranderen. Met fasemodulatie is het echter niet mogelijk grotere modulatiediepten te verkrijgen dan ongeveer 60°. In figuur 10-180 stelt de bovenste grafiek de ongemoduleerde draaggolf voor, de middelste het te moduleren LF-signaal en de onderste de in fase gemoduleerde draaggolf.

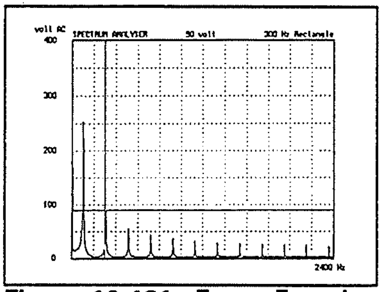


Figuur 10-180: Fasemodulatie.

Faseverschuiving Het verschijnsel dat er een tijdverschuiving kan optreden tussen het ingangssignaal van een schakeling en het uitgangssignaal van de schakeling, zie ook fasehoek.

Fast forward control Afgekort tot FFC, een knop waarmee men bij bandrecorders en kassettedeck's de band met grote snelheid in voorwaartse richting kan spoelen om snel een bepaald muziekstuk op te zoeken.

Fast Fourier Transformation Afgekort tot FFT. Een software-algoritme waarmee gedigitaliseerde wisselspanningssignalen ontleed kunnen worden in hun harmonischen, zie ook Fourier analyse. Het analoog signaal wordt bemonsterd door een snelle ADC, de digitale monsters worden opgeslagen in een geheugen. Het binaire gewicht van alle opeenvolgende monsters geeft een digitale representatie van de vorm van het signaal. De FFT-software kan aan de hand van de binaire samenstelling van alle monsters de Fourier samenstelling van het signaal bepalen, zie figuur 10-181.

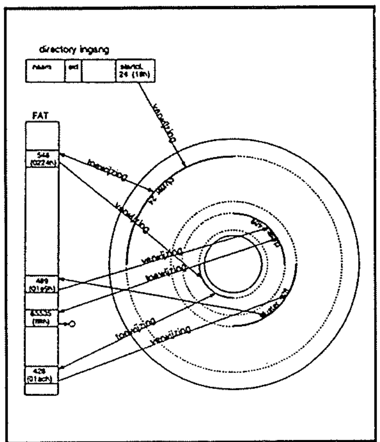


Figuur 10-181: Fast Fourier Transformation.

Fast SCSI Een techniek gebruikt bij computers waarbij de maximale klokfrequentie van de SCSI-bus in synchrone modus wordt verhoogd tot 10 MHz. De SCSI-opdrachten en -berichten worden echter nog steeds asynchroon doorgegeven.

FAT Afkorting van "File Allocation Table". Een in de hoofddirectory van een schijf opgeslagen bestand, waarin precies wordt bijgehouden in welke clusters een bepaald bestand is opgeslagen en in welke volgorde deze clusters het bestand bevatten. Een bestand hoeft immers niet noodzakelijk in opeenvolgende clusters van het medium te worden opgesla-

gen (zie fragmentatie), maar staat vaak verspreid over vele losse lege clusters. Iedere ingang in de FAT verwijst naar de volgende cluster van het bestand, zie figuur 10-182. In de directory wordt allen verwezen naar de eerste cluster van een bestand, vandaar dat MS-DOS de informatie in de FAT nodig heeft om een volledig bestand van een schijf te kunnen lezen. Omdat een fout in de FAT grote gevolgen kan hebben voor de leesbaarheid van de schijf worden er steeds twee versies van de FAT in de root van de schijf opgeslagen. Als één FAT beschadigd wordt zal MS-DOS automatisch de gegevens uit de kopie uitlezen.

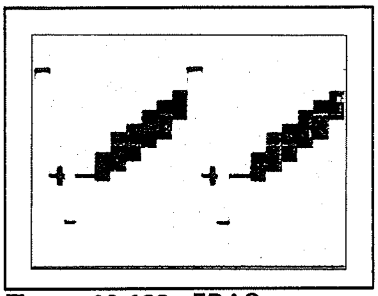


Figuur 10-182: FAT.

Fault Een uitzondering (exception) die een microprocessor herkent voordat hij de foutieve instructie uitvoert.

Fax Afkorting van "facsimile", Latijns voor "letterlijke nabootsing". Een apparaat bestaande uit een scanner, een printer, een modem en randapparatuur waarmee informatie op papier via de telefoonlijn verzonden respectievelijk ontvangen kan worden. Het vel papier wordt door de scanner afgetast, de informatie wordt omgezet in digitale code en via het modem verstuurd naar de tweede fax, waar de digitale informatie wordt gebruikt om de informatie via de printer weer op papier te zetten.

FBAS Duitse benaming voor een gestandaardiseerd KTV-signaal, waarmee men de ontvangstspecificaties van ontvangers kan testen. Het FBAS-signaal bestaat niet alleen uit de video-informatie, maar ook uit de vertikale en horizontale synchronisatie-impulsen, zie figuur 10-183.



Figuur 10-183: FBAS.

FCB Afkorting van "File Control Block", een gegevensstructuur onder het oude besturingssysteem CP/M voor geopende bestanden. MS-DOS heeft de FCB vervangen door het concept met handles.

FCI Afkorting van "Flux Changes per Inch", het maximaal aantal magnetische fluxveranderingen dat een magnetische datadrager per inch kan bevatten. Hoe groter deze waarde, hoe meer informatie er op de drager geschreven kan worden.

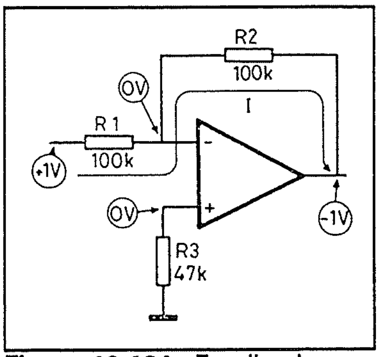
FDC Afkorting van "Floppy Disk Controller", de schakeling in een computer die verantwoordelijk is voor de communicatie tussen het systeem en de diskettestations.

Feature Box Een belangrijk onderdeel van een digitale KTV, bestaande uit een geheugen waarin de ontvangen digitale codes tijdelijk worden opgeslagen, zodat de rest van de schakeling deze kan verwerken en er de noodzakelijke analoge signalen uit kan afleiden voor het aansturen van de beeldbuis. Bovendien wordt de Feature Box ook gebruikt bij ontvangers die werken met verdubbelde rasterfrequentie (100 Hz), zodat een absoluut flikkervrij beeld ontstaat.

Feature connector Een connector op een grafische kaart, ingevoerd vanaf de EGA-standaard, waarmee extra schakelingen geïntegreerd kunnen worden in de grafische besturing van het computerbeeldscherm, zoals MPEG-decodering, het inlezen van videosignalen, etc. Dank zij deze connector kan de grafische kaart rechtstreeks communiceren met de extra kaart, zonder dat hiervoor de systeembus en de centrale processor belast moeten worden.

Feedback Engels voor "terugkoppeling". Het terugvoeren van spanning of stroom van de uitgang van een schakeling naar de ingang van de schakeling met als doel de werking van de schakeling op de een of andere manier te beïnvloeden. Deze beïnvloeding ontstaat doordat het teruggekoppelde signaal reageert met het ingangssignaal van de schakeling. Men spreekt van positieve feedback (meekoppeling) als het teruggekoppelde signaal in fase is met het ingangssignaal en van negatieve feedback (tegenkoppeling) als het teruggevoerde signaal in tegenfase is met het ingangssignaal. Positieve feedback wordt gebruikt in oscillatoren om het uitgangssignaal in stand te houden. Negatieve feedback wordt toegepast bij versterkers om de open lus versterking te verlagen, de vervorming te verkleinen en de stabiliteit te ver-

groten. In figuur 10-184 is een van de eenvoudigste vormen van feedback getekend. Het uitgangssignaal van een operationele versterker wordt via de weerstand R2 teruggekoppeld naar de inverterende ingang. Het ingangssignaal wordt via weerstand R1 aan dezelfde ingang aangeboden. Omdat de niet-inverterende ingang aan de massa ligt en operationele versterkers streven naar spanningsgelijkheid tussen beide ingangen zal ook de inverterende ingang op massapotentiaal staan. Legt men dus +1 V aan de ingang, dan valt over de weerstand R1 een spanning van 1 V. De stroom I die door deze weerstand vloeit kan alleen verder stromen via R2. Omdat R1 = R2 valt er over R2 ook 1 V. De uitgang staat dus op -1 V. De terugkoppeling, in dit geval een tegenkoppeling, zorgt er dus voor dat de schakeling werkt als inverterende *1 versterker.



Figuur 10-184: Feedback.

Feeder Engelse benaming voor een geleider, die elektrisch vermogen van het ene naar het andere punt transporteert. De kabel tussen zender en zendantenne is dus een typisch voorbeeld van een feeder.

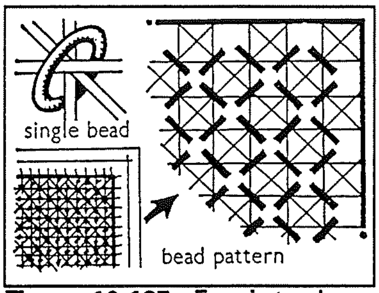
Feedthrough De meestal ongewenste signaaloverdracht tussen twee geleiders, als gevolg van bijvoorbeeld capacitieve of inductieve koppelingen tussen deze twee geleiders. Als in één IC bijvoorbeeld twee operationele versterkers zitten, dan zal de feedthrough tussen deze schakelingen er voor zorgen dat een klein deel van het signaal van de ene op-amp terecht komt in de tweede opamp en vice versa. De mate van feedthrough wordt uitgedrukt in dB.

Female Engels voor "vrouwelijk", in de elektronica gebruikt om connectoren aan te geven waarvan de contacten onder de vorm van gaatjes zijn uitgevoerd waar mannelijke of male naaldvormige contacten in passen.

Femto Zie f.

Ferriet Ceramisch materiaal met ijzeroxyde als basis, dat speciaal voor de kernen van antennekringen, HF-spoelen en transformatoren wordt gebruikt. Er zijn ontelbare soorten ferrieten, die echter allemaal gekenmerkt worden door een chemische formule onder de vorm MFe_2O_4, waarin M een ander metaal voorstelt. Ferrieten werden als eerste ontwikkeld door Philips. Zij kenmerken zich door een zeer hoge weerstand, zodat men kernen kan maken zonder de noodzaak deze te lamelleren om wervelstroomverliezen te reduceren.

Ferrietgeheugen Een van de eerste vormen van digitaal geheugen, waarbij de elementaire geheugencel werd gevormd door een uiterst klein ringetje ferriet, zie figuur 10-185. Door deze ringen lopen drie draden. Twee daarvan vormen een matrix van horizontale en vertikale lijnen. Door stroompulsen door één horizontale en één vertikale draad te sturen kan men één welbepaald ringetje magnetiseren. Op deze manier kan men binaire getallen in het geheugen opslaan. Via de derde draad kan men nadien de gemagnetiseerde ringetjes uitlezen.



Figuur 10-185. Ferrietgeheugen.

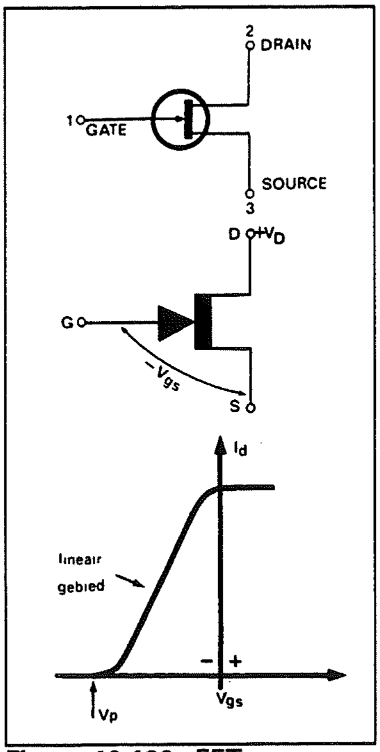
Ferro-elektrisch effect Het verschijnsel dat in sommige kristallijne materialen elektrische polarisatie kan ontstaan. Dat betekent dat door externe beïnvloeding in dit materiaal een elektrisch veld kan worden opgebouwd, bestaande uit ontelbare kleine elektrische dipooltjes, die zich zo ten opzichte van elkaar uitrichten dat zij elkaar versterken. Te vergelijken met de magnetisatie van een ferro-magnetisch materiaal door een extern magnetisch veld.

Ferro-magnetisch effect Het verschijnsel dat microscopisch kleine gebiedjes in een materiaal, de domeinen of Weissgebiedjes, volledig zijn gemagnetiseerd. Als een dergelijk materiaal in een sterk extern magnetisch veld worden gebracht, zullen alle gebiedjes zich richten naar de polariteit van dat extern veld, zodat het materiaal gemagnetiseerd wordt. Na het wegnemen van het extern veld blijft de magnetisatie bestaan: er ontstaat een permanente magneet.

Ferroxcube Handelsnaam van Philips voor ferrietmaterialen.

FET Afkorting van "Field Effect Transistor". Een monolytische

halfgeleider met versterkende eigenschappen. De FET wordt gekenmerkt door een gate, die de stroomgeleiding van het silicium kanaal van de FET controleert. Dat kanaal is aan weerszijden voorzien van contacten, die source en drain worden genoemd. Het grote verschil tussen een FET en een gewone transistor is dat de gate van een FET *spanningsgestuurd* is en de basis van een gewone transistor *stroomgestuurd* is. Een FET heeft dus een zeer hoge ingangsweerstand, waardoor speciale toepassingen ontstaan die niet te realiseren zijn met gewone transistoren. In figuur 10-186 zijn, van boven naar onder, het symbool, de samenstelling en de stroom/spanning-karakteristiek van een FET getekend.



Figuur 10-186: FET.

Heel kort samengevat is de werking van een FET als volgt: met behulp van een spanning op de gate kan de weerstand tussen de drain en de source willekeurig worden gevarieerd tussen enige honderden Ω en enkele tientallen MΩ. De weerstand tussen drain en source noemt men de kanaalweerstand. Uit figuur 10-186 blijkt dat de FET in feite slechts bestaat uit een enkele diode, waarbij de anode de gate is. Deze diode wordt bij een FET echter niet als een diode gebruikt; zij moet namelijk altijd in sperrichting worden aangesloten. Dat betekent dat de gate ten opzichte van de source altijd negatief moet zijn, wil de FET in zijn lineaire versterkingsgebied werken. Deze negatieve spanning wordt aangeduid met Vgs. Uit de Id/Vgs-karakteristiek van de FET valt op, dat er geen stroom loopt wanneer de negatieve spanning tussen gate en source groter is dan Vp. Bij de spanning Vp gaat de FET net even open.
Deze spanning noemt men dan ook de pinch-off (afknijp-) spanning van de FET. Normaal gesproken ligt deze spanning ergens tussen -0,2 V en -0,8 V. Bij de fabricage van FET's heeft men deze variabele niet erg goed in de hand: het is dus mogelijk dat men bij twee FET's van hetzelfde type een groot verschil in Vp krijgt. Laat men nu de gatespanning iets naderen tot de sourcespanning, dan komt men in een krom stuk van de grafiek terecht. Dit niet-lineaire gebied gebruikt men bij voorkeur niet voor versterkingsdoeleinden. Door een verdere verkleining van het spanningsverschil tussen gate en source komt men in een gebied terecht, dat in de tekening is aangeduid met "lineair gebied". In dit gebied, en liefst midden op de helling, wordt de FET ingesteld voor versterkingsdoeleinden. Hoe geeft men nu de versterking van de FET aan? Als men aanneemt, dat de drainspanning gelijk blijft bij een wisselende stuurspanning op de gate, dan zal er door de FET een stroom lopen die evenredig is met de spanning op de gate. Voor de FET heeft men daarom als maat voor de versterking, evenals bij de buis de "steilheid" gekozen. Er is echter een klein verschil: bij de buis wordt de eenheid uitgedrukt in milliampère per volt (men wil hiermee zeggen, hoeveel milliampère de stroom verandert, als de roosterspanning met 1 V verandert). Bij de FET spreekt men van µ-mho. Mho is het omgekeerde van ohm, en omdat ohm gelijk is aan spanning gedeeld door stroom (wet van Ohm) is dus mho gelijk aan stroom gedeeld door spanning.
Dat dit overeenkomt met milliampère per volt zal wel geen nadere toelichting behoeven. De omrekenfactor is als volgt: 1 mA/V = 1000 µmho. Een gangbare waarde van de steilheid voor vrijwel alle populaire FET's is 2000 µmho, ofwel 2 mA/V. Naast de N-FET, getekend in figuur 10-186, kent men de complementaire P-FET. Hierbij is de richting van het gate-pijltje naar buiten gericht en moet men een positieve spanning op de gate aansluiten.

Fetch Een bewerking van een processor, waarbij de plaats van de volgende instructie uit het geheugen wordt betrokken en eventueel veranderd. Nadien gaat deze instructie naar het controleregister.

FFT Zie Fast Fourier Transformation.

Fiber Engels voor "vezel", in de elektronica gebruikt als ander woord voor glasvezel.

Fidelity Engels, te vertalen door "betrouwbaarheid". Een maat voor de nauwkeurigheid waarmee de uitgangsspanning van een versterker qua vorm gelijk is aan de ingangsspanning. Vandaar ook het begrip HiFi, afkorting van "High Fidelity".

Field effect transistor Zie FET.

FIFO-register Afkorting van "First In, First Out". Een schuifregister waarin digitale gegevens worden opgeborgen. De gegevens schuiven op het ritme van een klokpuls door de flip-flop's van het register. De gegevens die het eerst ingelezen worden zullen dus ook als eerst uit het register gelezen worden.

Filament Engels voor "gloeidraad". In de buizentechnologie is het filament de gloeidraad die de kathode opwarmt, waardoor deze elektrode elektronen gaat uitzenden die onder invloed van een hoge positieve spanning naar de anode worden gestuurd.

File Een hoeveelheid gegevens, die op een gestructureerde manier wordt vastgelegd in een computergeheugen of een opslagmedium.

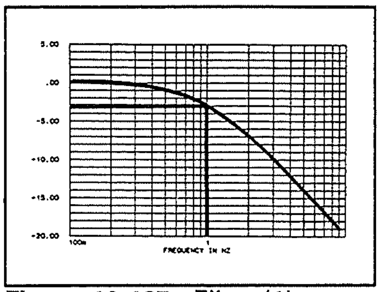
File allocation table Zie FAT.

File management File manipulatie met een speciaal daartoe geëigend programma, bijvoorbeeld gebruikt om alle gegevens die voor een bepaalde datum werden geregistreerd in één keer te kunnen wissen.

File transfer protocol Zie FTP.

Filmweerstand Een weerstand waarbij de weerstand wordt gevormd door een zeer dunne laag van een geleidend materiaal op een (ronde) drager op te dampen. Deze weerstanden hebben veel betere eigenschappen dan de normaal gebruikte composietweerstanden, die uit een staafje koolstof bestaan. Door een spiraal te slijpen in de dunne metaalfilm kan men bijvoorbeeld de tolerantie van de weerstand minimaliseren tot 0,1 %.

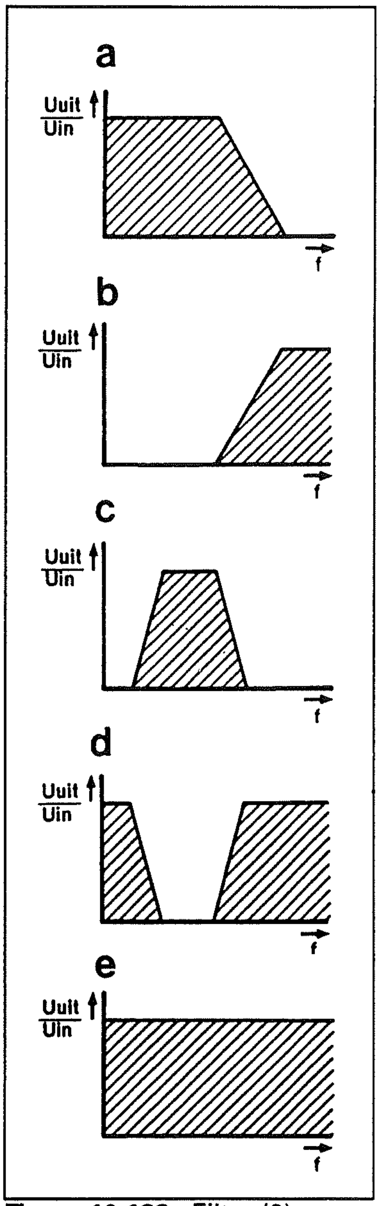
Filter Een filter is een schakeling met een frequentie-afhankelijke doorlaat- of amplitudekarakteristiek. Dat wil zeggen dat de versterking of verzwakking van de schakeling afhankelijk is van de frequentie van het signaal dat men aan de ingang aanlegt. De doorlaatkarakteristiek is dan ook dé belangrijkste specificatie van gelijk welk filter. In de meeste gevallen wordt de versterking of verzwakking bij verschillende frequenties uitgedrukt in dB ten opzichte van een referentiefrequentie waarbij de verzwakking of versterking wordt gelijk gesteld aan 0 dB. De doorlaatkarakteristiek wordt ook wel eens het "eerste Bode-diagram" genoemd. De voornaamste specificaties van een filter zijn: de amplitude- of doorlaatkarakteristiek, de steilheid, de orde, de afsnijfrequentie f_0 of f_c, de fasekarakteristiek, de Bode-plot, de looptijdkarakteristiek en de stapresPons. Uit het eerste Bode-diagram kan een belangrijke specificatie van een filter afgeleid worden. Er is een bepaalde frequentie, waarbij de verzwakking van het filter gestegen is tot -3 dB. In figuur 10-187 is dit punt met vette lijnen aangegeven. Deze frequentie wordt de afsnijfrequentie van het filter genoemd en wordt in de meeste gevallen voorgesteld door het symbool f_0 of f_c. De "c" staat voor het Engelse "cut-off".
In principe zou een filter een scherp eerste Bode-diagram moeten hebben. Alle frequenties tot een bepaalde waarde worden onverzwakt doorgelaten, alle overige frequenties worden oneindig verzwakt. Uit figuur 10-187 blijkt echter dat dit in de praktijk niet het geval is. De doorlaatkarakteristiek heeft een bepaalde helling, die de steilheid van het filter wordt genoemd. Deze steilheid is een tweede belangrijke eigenschap van ieder filter. In de meeste gevallen wordt deze steilheid uitgedrukt in dB/octaaf of dB/decade. In het eerste geval meet men de verzwakking die optreedt tussen de afsnijfrequentie en de dubbele afsnijfrequentie.



Figuur 10-187: Filter (1).

In het tweede geval meet men de verzwakking tussen de afsnijfrequentie en de tienvoudige afsnijfrequentie. In de praktijk wordt de steilheid echter meestal uitgedrukt in dB/octaaf. De orde van het filter heeft rechtstreeks te maken met de steilheid ervan. Hoe steiler het filter, hoe hoger de orde. Een filter van de eerste orde heeft een steilheid van 6 dB/octaaf. Een filter van de tweede orde haalt een verzwakking van 12 dB/octaaf. Iedere stijging van de steilheid met 6 dB/octaaf verhoogt de orde met de eenheid. Een vierde orde filter verzwakt dus met 24 dB/octaaf. Als men aan een filter een zuiver sinusoidaal verlopende spanning legt en men zet met een tweekanaals oscilloscoop de in- en de uitgangsspanning

van het filter op het scherm, dan stelt men iets uiterst merkwaardig vast. Er ontstaat een faseverschil tussen beide spanningen. Het is net alsof het filter het signaal iets vertraagt. Dit faseverschil τ wordt uitgedrukt in graden (°). De volle periode van de sinus wordt ingedeeld in 360°. Men kan dan meten met hoeveel graden de faseverschuiving τ overeenkomt. Het faseverschil is niet constant, maar afhankelijk van de frequentie. Een tweede belangrijke grafiek van ieder filter is dan ook de fasekarakteristiek. Deze grafiek, ook wel eens het "tweede Bode-diagram" genoemd, geeft de faseverschuiving weer tussen het ingangssignaal en het uitgangssignaal en dit alweer in functie van de signaalfrequentie. Vaak worden de amplitude- en de fasekarakteristieken van een filter in één grafiek weergegeven. Men spreekt dan van de "Bode-plot" van het filter. De grafiek geeft immers zowel het eerste als het tweede Bodediagram weer. Uit het feit dat een filter faseverschuivingen introduceert kan men afleiden dat een filter het ingangssignaal vertraagt. Een derde belangrijke grafiek van ieder filter is dan ook de looptijdkarakteristiek. In deze grafiek wordt uitgezet hoeveel µs of ms signalen met een bepaalde frequentie vertraagd worden. Of, met andere woorden, hoe lang het signaal er over doet om van de ingang naar de uitgang van het filter te migreren. Als men aan de ingang van een filter opeens een spanningssprong legt, dan zal het filter daar op een heel specifieke manier op reageren. Het zal duidelijk zijn dat dezelfde plotselinge spanningssprong niet op de uitgang is terug te vinden!

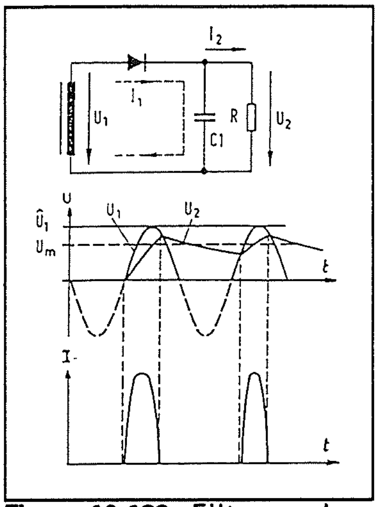


Figuur 10-188: Filter (2).

Een spanningssprong is immers, denk aan de theorie van Fourier, samengesteld uit een heleboel harmonische frequenties. Nu zal het filter voor al die frequenties verschillende faseverschuivingen en looptijden hebben. Het gevolg is dat de samenstelling van het signaal door het filter grondig beïnvloed wordt. Dergelijke eigenschappen van filters kunnen worden samengevat in een grafiek, die men de staprespons karakteristiek noemt. De staprespons geeft belangrijke informatie over hoe een filterschakeling zich in de praktijk zal gedragen. Uit de staprespons kan men bijvoorbeeld afleiden of een filter een bepaald "inslingerings"-gedrag vertoont en of er sprake is van "overshoot" op het uitgangssignaal. In de praktijk kan men vijf typen van filters onderscheiden: het laagdoorlaat filter (a), het hoogdoorlaat filter (b), het banddoorlaat filter (c), het bandsper filter (d) en het allesdoorlaat filter (e). De doorlaatkarakteristieken van deze vijf typen zijn samengevat in figuur 10-188. In het algemeen kan men stellen dat als men probeert één van de karakteristieken van een filter te verbeteren men onmiddellijk geconfronteerd wordt met een verslechtering van de overige karakteristieken.
Toch kan men stellen dat zich vier concepten als standaard hebben doorgezet: het Bessel filter, het Butterworth filter, het Chebyshev filter, het Linkwitz filter. Verwezen wordt naar de betreffende woorden in dit woordenboek.

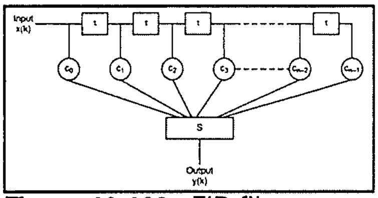
Filtercondensator Een condensator die na de gelijkrichter van de voeding gebruikt wordt voor het afvlakken van de gelijkgerichte wisselspanning. Op het moment dat de dioden geleiden wordt de condensator opgeladen uit de voedingstrafo. Als de dioden sperren moet de filtercondensator de voedingsspanning leveren voor de aangesloten belasting. In figuur 10-189 stelt C1 de filtercondensator van een voeding voor. In de grafieken is de secundaire trafospanning U2 getekend, de spanning over de condensator U2 en het puls-

vormige stroomverloop I door de condensator.



Figuur 10-189: Filtercondensator.

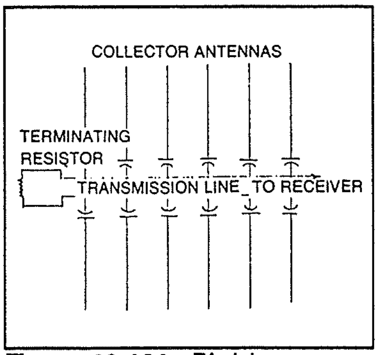
FIR-filter Afkorting van "Finite Impulse Response" of eindige impulsresponse. Een speciaal soort digitaal filter, waarbij de digitale uitgangsspanning wordt samengesteld uit een eindig aantal ingangssamples. In figuur 10-190 is het blokschema van een FIR-filter getekend. De ingang bestaat uit een continue seriële stroom van digitale monsters van het analoge ingangssignaal. Deze monsters worden vertraagd door de blokken τ. Na iedere vertraging wordt een deel van het aanwezige monster afgenomen en vermenigvuldigd met een bepaalde coëfficiënt Cx. Deze monstertjes worden digitaal gesommeerd in S en vormen een nieuwe digitale datastroom Y(k). Deze wordt nadien met een DAC weer omgezet in een analoog signaal. Door het aanpassen van de coëfficiënten Cx en de vertragingen τ kan men aan het FIR-filter iedere gewenste weergavekarakteristiek geven, van super laagdoorlaat tot super hoogdoorlaat. FIR-filters kunnen tegenwoordig gemakkelijk geprogrammeerd worden in digitale signaal processoren (DSP's) en vormen de basis van vele toepassingen in de moderne elektronica.



Figuur 10-190: FIR-filter.

Firmware Aanduiding voor software, die in het onuitwisbare (deel van het) geheugen is opgeslagen en als zodanig een onlosmakelijk geheel vormt met de computer. Zowel het operating systeem, additionele programma's als gebruikersprogramma's kunnen in firmware zijn opgeslagen. Sommige computers, zoals die bijvoorbeeld voor besturing gebruikt worden, hebben uitsluitend firmware.

Fishbone antenne Een niet-afgestemde breedband antenne met richtinggevoeligheid, opgebouwd uit een groot aantal staafvormige deelantennes (de zogenoemde collectoren), die capacitief gekoppeld zijn aan een resistieve transmissielijn, die het ontvangen signaal naar de ontvanger voert, zie figuur 10-191.



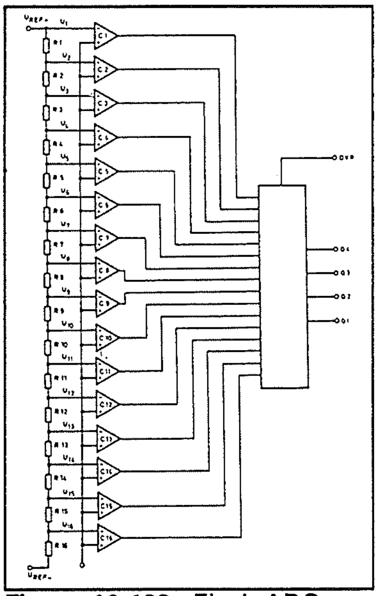
Figuur 10-191: Fishbone antenne.

Fixed point arithmetic Berekening in een computer waarbij een vast aantal plaatsen achter de komma staat. Bij kleinere uitkomsten vindt afronding plaats.

Flag (1) Een bepaalde digitale code die wordt toegevoegd aan data en die informatie bevat over de data.

Flag (2) Een indicator die aangeeft dat een bepaalde bewerking is uitgevoerd.

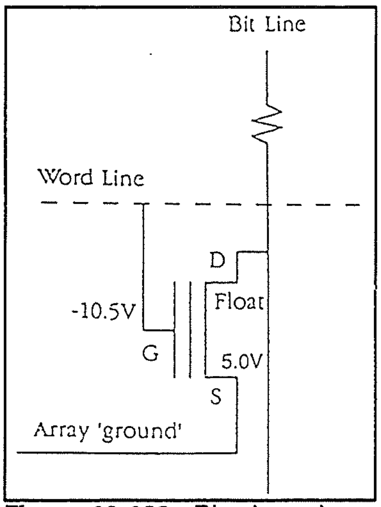
Flag (3) Een code die de aanwezigheid van een bepaalde conditie aangeeft, bijvoorbeeld een error-flag die geset wordt als een bepaalde instructie een fout heeft geconstateerd.



Figuur 10-192: Flash ADC.

Flash ADC Een zeer snel werkende analoog naar digitaal omzetter, waarbij de analoge ingangsspanning in een groot aantal comparatoren wordt vergeleken wordt zeer nauwkeurige referentiespanningen die worden afgeleid uit een zeer nauwkeurige spanningsdeler, zie figuur 10-192. De "L"- en "H"-signalen op de uitgangen van de comparatoren zijn een digitale representatie van

de momentele grootte van de analoge ingangsspanning. De flash-ADC werk theoretisch traagheidsloos, omdat de comparatoren de grootte van de ingangsspanning op de voet volgen. Flash-ADC's worden toegepast in snelle systemen, zoals bij de digitale bemonstering van videosignalen en in breedbandige digitale oscilloscopen.

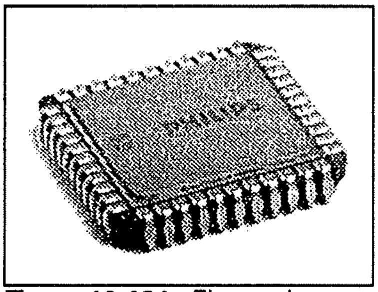


Figuur 10-193: Flash geheugen.

Flash geheugen Een moderne technologie voor geheugens, waarbij de inhoud kan geprogrammeerd en gewist worden, zonder gebruik te moeten maken van de ingewikkelde methodes die bij EPROM's noodzakelijk zijn. In iedere moderne PC wordt het BIOS in flash geheugens geschreven, zodat updates van de firmware gemakkelijk in het geheugen ingelezen kunnen worden. Sommige flash geheugens kunnen werken met een enkelvoudige voedingsspanning van +5 V en hebben interne schakelingen, waarmee de noodzakelijk wisen programmeerspanning van ongeveer -10,5 V gegenereerd worden. Flash geheugens zijn samengesteld uit geheugencellen die slechts één transistor bevatten. Het geheugenelement is een zeer kleine condensator, opgenomen tussen de gate en de source van deze halfgeleider, zie figuur 10-193. Flash geheugens kunnen meer dan 100.000 keer gewist en weer geprogrammeerd worden.

Flat cable Een meeraderige kabel, waarbij de aders naast elkaar gemonteerd zijn, zodat een soort lint ontstaat. Flat cables wordt bijvoorbeeld gebruikt voor het aansluiten van een printer op een computer. Naast de onafgeschermde typen bestaan er ook flat cables waarbij rond de aders een afscherming is aangebracht.

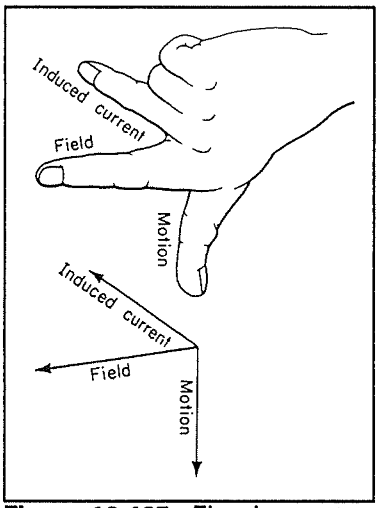
Flat pack Een IC-behuizing zonder pootjes, waarbij de contacten aan de zijkanten van de eigenlijke behuizing zijn aangebracht, zie figuur 10-194. Deze behuizingen zijn geschikt voor Surface Mounting Assembly.



Figuur 10-194: Flat pack.

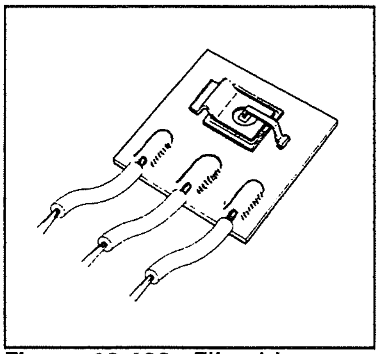
FLD-display Afkorting van "Fluorescent Light Display". Zijn zeer heldere display's, die ook bij veel omgevingslicht nog goed leesbaar zijn. Werken op basis van fluorescentie, zie aldaar.

Fleming wet Een eenvoudige wet die het verband geeft tussen de richting van de magnetische flux, de richting van de beweging en de richting van de gegenereerde stroom in een dynamo. In figuur 10-195 is dat verband gegeven. De wet van Fleming wordt ook wel eens de *"wet van de rechter hand"* genoemd: houdt men de rechter hand zoals voorgesteld in de figuur, dan geeft de duim de richting van de beweging aan, de wijsvinger de richting van het magnetisch veld en de middelvinger de richting van de stroom.



Figuur 10-195: Fleming wet.

Flicker Het toevallig en zeer willekeurig, maar wel schoksgewijs variëren van de intensiteit of amplitude van een bepaalde grootheid.

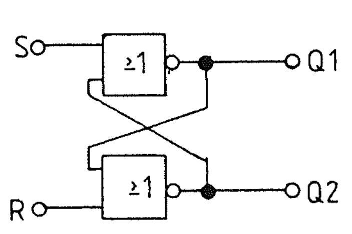


Figuur 10-196: Flip-chip.

Flip-chip Een chip waarvan de contacten niet buiten de behuizing zijn aangebracht, maar waar de contacten rechtstreeks op het oppervlak van het half-

geleiderkristal zijn aangebracht. Het geheel wordt nadien voorzien van een dikke laag beschermende lak, zie figuur 10-196.

Flip-flop Populaire benaming voor wat officieel "bistabiele multivibrator" heet. Schakeling van twee door middel van weerstanden teruggekoppelde versterkers of poorten, waarvan er steeds één is ingeschakeld en de andere uitgeschakeld. Flip-flop's hebben dus twee stabiele toestanden, reden waarom zij altijd hét basiselement van een digitaal geheugen vormen. Afhankelijk van de werking onderscheidt men S-R flip-flop's, type-D flip-flop's, J-K flip-flop's, etc. In figuur 10-197 is als voorbeeld de schakeling van een S-R flip-flop getekend. Uit de waarheidstabel kan men afleiden dat door het aanleggen van logische niveaus op de twee ingangen S(ET) en R(ESET) een "H" of een "L" in de flip-flop opgeslagen kan worden. De toestand S = R = "0" mag niet voorkomen!

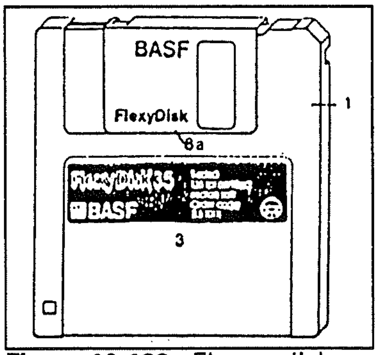


S	R	Q1	Q2
0	0	onbepaald	
0	1	1	0
1	0	0	1
1	1	onthoudt	

Figuur 10-197: Flip-flop.

Floating Engels voor "zwevend". Een schakeling wordt floating genoemd als zijn los staat van de systeemmassa, dus als bijvoorbeeld het uitgangssignaal niet wordt afgetakt tussen een "heet" punt en de "koude" massa, maar tussen twee "hete" punten. Ook signaalleidingen kunnen floating zijn. De meeste microfoons worden door middel van floiting-kabels verbonden met de voorversterker. Het microfoonsignaal staat dan tussen twee geleiders, die omgeven zijn door een massakous.

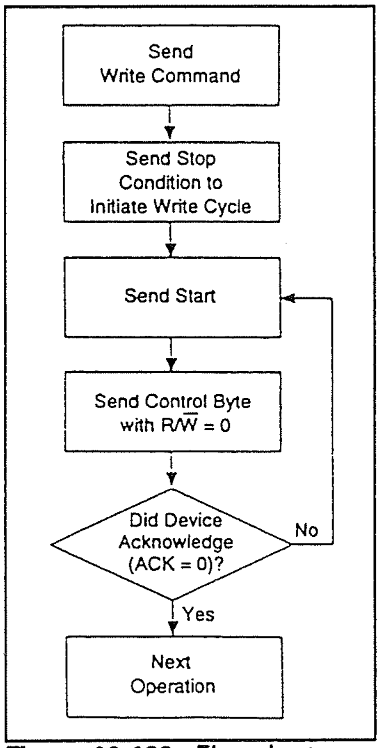
Floating point arithmetic Berekeningen met "glijdende komma". Het gebruik hiervan duidt aan dat de computer bij zijn berekeningen gebruik maakt van een notatie in mantisse met exponentvorm. Voorbeeld: 1.23E4 wil zeggen 1,23 * 10^4 of omgerekend 12.300. De nauwkeurigheid van de berekeningen wordt daardoor veel groter. Nullen achter de komma worden onderdrukt.



Figuur 10-198: Floppy disk.

Floppy disk Flexibele magneetschijf voor data-opslag. De opslagcapaciteit varieert van enkele honderden kilobyte tot twee megabyte. Tegenwoordig bestaan er twee standaardformaten: 5.25 inch met een opslagcapaciteit van 1,2 MB en 3.5 inch met een opslagcapaciteit van 1,44 MB, zie figuur 10-198.

Flowchart Een grafische voorstelling van de logische stappen in een computerprogramma. Iedere "JA-NEE"-beslissing splitst zich op in twee wegen, zodat de logische gang van zowel "JA" als "NEE" kan worden nagegaan, zie figuur 10-199.



Figuur 10-199: Flowchart.

Fluorescentie Een natuurkundig verschijnsel waarvan in iedere televisie gebruik wordt gemaakt. Sommige stoffen zullen, als zij worden bestraald met elektronen, licht gaan uitzenden.
Dit effect wordt in beeldbuizen toegepast door de achterzijde van het scherm te voorzien van een dunne laag stof met fluorescerende eigenschappen en een afbuigbare straal elektronen met grote snelheid naar deze gevoelige laag te schieten. Ook TL-buizen werken volgens het principe van fluorescentie.

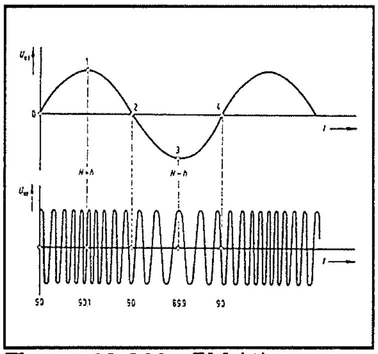
Flutter Het verschijnsel dat in superheterodyne radio-

ontvangers de signaalsterkte snel varieert als gevolg van fluctuaties in de frequentie van de locale oscillator.

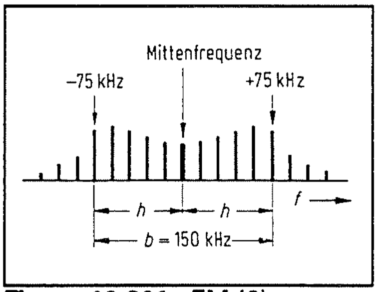
Flux De magnetische of elektrische krachtlijnen die, naar men aanneemt, op de een of andere onbekende manier door een magnetisch of elektrisch veld in de ruimte worden opgewekt en die er de oorzaak van zijn dat velden op elkaars aanwezigheid kunnen reageren. In figuur 10-146 (pagina 62) zijn bijvoorbeeld de elektrische krachtlijnen getekend. De flux definieert het aantal krachtlijnen per eenheid van oppervlak en geeft dus een indicatie over de sterkte van het veld.

Flyback Bij afbuiging in TV en oscilloscoop het verschijnsel dat de spot, bij het bereiken van de rechter rand van de beeldbuis, zo snel mogelijk wordt teruggestuurd naar de linker rand, zodat een nieuwe beeldlijn kan worden geschreven.

FM Afkorting van "Frequentie Modulatie". Een soort modulatie met als nadelen de noodzakelijkheid van een veel grote bandbreedte dan bij AM of SSB maar met als groot voordeel de mogelijkheid om storingsvrij geluid over te dragen. Bij FM wordt de frequentie van de hoogfrequente draaggolf gevarieerd op het ritme van de amplitude van het laagfrequente signaal, zie figuur 10-200. De amplitude van de golf blijft dus constant, bevat geen wezenlijke informatie en stoorpulsen, die de amplitude momenteel vergroten of verkleinen hebben dus geen invloed op de overdracht. FM wordt gebruikt voor het uitzenden van geluid en tegenwoordig wordt het zelfs op de CB-band toegepast. Onderzoekt men het frequentiespectrum van een FM-signaal, dan stelt men vast dat dit signaal is opgebouwd uit twee zijbanden waarin heel veel frequenties voorkomen (figuur 10-201). De totale bandbreedte van een FM-zender beslaat zodoende een frequentieband van 150 kHz.



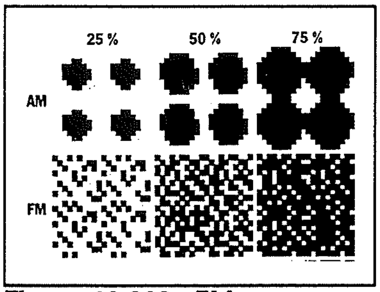
Figuur 10-200: FM (1).



Figuur 10-201: FM (2).

FM demodulatie Het herwinnen van de laagfrequent informatie uit een met FM gemoduleerde hoogfrequente draaggolf. Tegenwoordig wordt hiervoor uitsluitend gebruik gemaakt van PLL-technieken (Phase Locked Loop). Vroeger was de beroemde Foster-Seeley discriminator dé schakeling die in iedere FM-tuner werd gebruikt (zie aldaar).

FM rasteren Een techniek die tegenwoordig bij inkjet-printers wordt toegepast om de afdrukkwaliteit van foto's te verbeteren. Bij FM rasteren wordt het gerasterde beeld niet opgebouwd uit in een regelmatig patroon voorkomende inktpuntjes, waarvan de grootte varieert, maar uit allemaal even grote inktpuntjes, waarvan de onderlinge positie en het aantal varieert. In figuur 10-202 wordt het onderscheid getoond tussen het traditionele AM rasteren (boven) en het nieuwe FM rasteren (onder) voor grijswaarden van 25, 50 en 75 %.



Figuur 10-202: FM rasteren.

FM synthese Het samenstellen van een complex signaal uit sinussignalen met verschillende frequenties. In feite behelst FM synthese dus het tegengestelde van Fourier analyse. FM synthese wordt tegenwoordig bijvoorbeeld gebruikt in muziekkaarten om geluidseffecten te genereren.

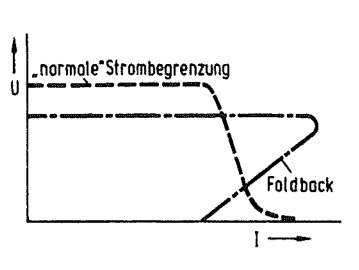
FMV Afkorting van "Full Motion Video", een kreet waarmee wordt aangeduid dat een computer of videokaart in staat is videobeelden in "volle beweging" weer te geven, dus met de van TV en film bekende beeldverversingsfrequentie van 25 respectievelijk 24 beeldjes per seconde.

Focus Scherpte, scherpte-instelling van een elektronen- of lichtstraal op het oppervlak van de (glazen) plaat waarop het beeld ontstaat.

Focusseerspoel De spoel, of beter de set spoelen aangebracht rond de hals van een beeldbuis, die er door middel van magnetische beïnvloeding voor zorgt dat een elektronen-

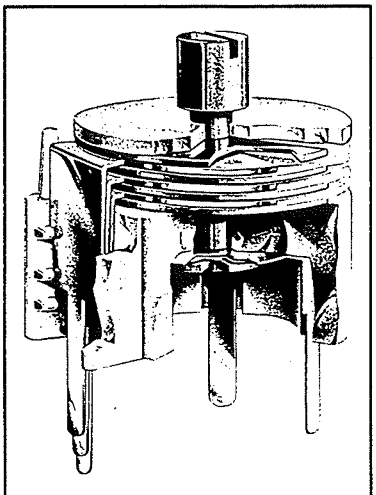
A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z

straal in de hals van de buis gefocusseerd wordt op het scherm.



Figuur 10-203: Foldback begrenzing.

Foldback begrenzing Een bij voedingen gebruikte techniek om de warmte-ontwikkeling bij overbelasting of zelfs kortsluiting te reduceren. Bij een voeding met foldback stroombegrenzing zal de stroom dramatisch gereduceerd worden als de voeding wordt overbelast, zie figuur 10-203. Hierdoor daalt natuurlijk het door de voeding gedissipeerde vermogen.



Figuur 10-204: Folietrimmer.

Folietrimmer Een condensatortrimmer, volgens figuur 10-204 samengesteld uit een aantal vaste en een aantal draaibare metalen plaatjes, die zijn opgenomen tussen kunststof folies. Door middel van een schroefje kan men de draaibare metalen plaatjes verdraaien ten opzichte van de vaste plaatjes, waardoor de capaciteit van de trimmer stijgt of daalt.

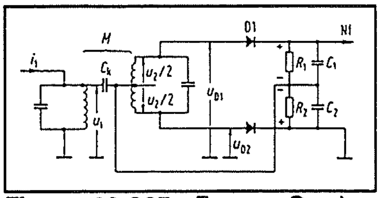
Formatteren Het voorzien van een magnetisch opslagmedium zoals een floppy of harde schijf van een logische indelingsstructuur, zodat de software nadien iedere sector van het medium kan benaderen, beschrijven of uitlezen.

FORTH Een programmeertaal, die dicht op het niveau van de processorinstructies staat, maar waarmee toch op een BASIC-achtige manier gewerkt kan worden. Groot voordeel is dat, na compileren en weer interpreteren, de taal veel sneller werkt dan BASIC.

FORTRAN Afkorting van "FORmula TRANslating". Een hogere programmeertaal voor technisch wetenschappelijke doeleinden. FORTRAN-programma's kunnen gecompileerd worden tot machinecode, waardoor de programma's snel werken.

Forward bias Het instellen van een halfgeleider, zodat het onderdeel stroom geleidt.

Foster-Seeley discriminator Een bekende schakeling waarmee FM-gemoduleerde signalen gedemoduleerd kunnen worden.



Figuur 10-205: Foster-Seeley discriminator.

Of liever konden, want tegenwoordig wordt deze schakeling nooit meer gebruikt. Ter historische informatie geeft figuur 10-205 het schema van een dergelijke schakeling.

Foto-effect Een natuurkundig verschijnsel, dat in de halfgeleidertechniek wordt toegepast om lichtgevoelige componenten te fabriceren, zoals fotodioden, fototransistoren en fototriac's. Het verschijnsel heeft tot gevolg dat er stroom door een halfgeleiderovergang loopt als er licht op die overgang valt. Het valt te verklaren door te veronderstellen dat licht bestaat uit fotonen (zie bij foton), die in de atomen van de halfgeleider invallen en door hun energie elektronen uit de atomen slaan. Deze elektronen worden dus vrij en kunnen afgevoerd worden.

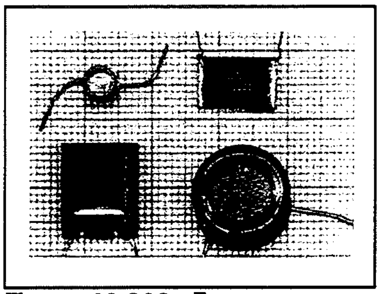
Foto-emissie Het uitzenden van elektronen onder invloed van invallende elektromagnetische straling.

Fotocel Is een onderdeel, dat gevoelig is voor licht en op invallend licht zal reageren door het veranderen van zijn specifieke weerstand of door het laten vloeien van stroom.

Fotodiode Zie foto-effect.

Foton Een heel klein deeltje dat echter geen massa heeft en de energie van elektromagnetische straling transporteert. Het begrip foton maakt deel uit van de dualistische verklaring van de natuur. Licht, of meer in het algemeen elektromagnetische straling heeft eigenschappen die alleen te verklaren zijn als men de straling als een golfverschijnsel beschouwt, maar heeft ook eigenschappen die alleen te verklaren zijn als men de straling voorstelt door een stroom energetische deeltjes. Maar omdat elektromagnetische straling zich voortbeweegt met de snelheid van het licht en volgens de theorie van Einstein deeltjes met massa

dat nooit kunnen, moet het foton dus een energetisch maar massaloos deeltje zijn! Door elektromagnetische straling voor te stellen door een stroom fotonen kan men bepaalde verschijnselen uit de elektronica verklaren, die niet te verklaren zijn als men licht opvat als een golfverschijnsel.



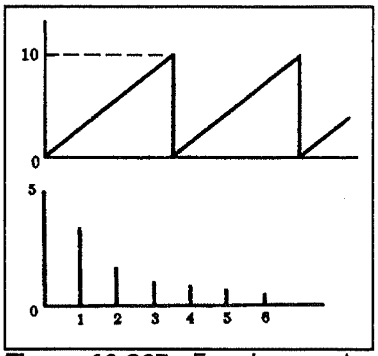
Figuur 10-206: Fotoweerstand.

Fototransistor Zie foto-effect.

Fototriac Zie foto-effect.

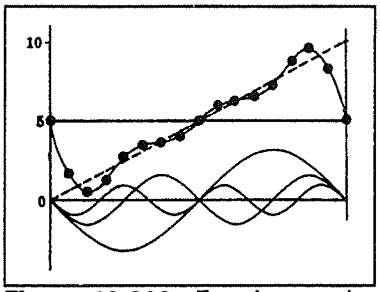
Fotoweerstand Ook LDR genoemd, een weerstand waarvan de waarde wordt bepaald door de hoeveelheid licht die op het oppervlak valt. Het typische uiterlijk van LDR's is voorgesteld in figuur 10-206.

Fourier analyse Is een wiskundige techniek, waarmee men gelijk welke zichzelf herhalende golfvorm (een zogenoemde periodieke trilling) kan ontleden in de som van een aantal sinusspanningen. Uit de Fourier analyse volgt dat iedere repeterende spanningsvorm, zoals driehoek, rechthoek, vierkant of puls, is samengesteld uit een groot aantal sinusvormige spanningen (harmonischen), ieder met een frequentie gelijk aan een veelvoud van de frequentie van de te ontleden spanning en met een welbepaalde grootte. Door die verschillende sinusspanningen bij elkaar op te tellen krijgt men een vorm, die de vorm van de te ontleden spanning benadert. Op deze manier kan men dus ingewikkelde spanningsvormen heel compact registreren door een aantal getallen, die de frequentie en de amplitude van de samenstellende sinussen vastleggen. Door deze theorie is het verklaarbaar, waarom men de weergavekarakteristiek van een versterker kan beoordelen aan de hand van de manier, waarop hij een vierkantgolf weergeeft. Een vierkantspanning van bijvoorbeeld 1 kHz is opgebouwd uit sinusvormige spanningen met frequenties van 1, 3, 5, 7, 9 en zo verder kHz. Weliswaar neemt de grootte van iedere deelnemende frequentie af bij stijgende frequentie, maar signalen tot en met 21 kHz zijn duidelijk merkbaar aanwezig.



Figuur 10-207: Fourier analyse (1).

Als nu de versterker hoogfrequente signalen minder versterkt dan laagfrequente, dan zullen de harmonischen (want zo heten de verschillende sinussen, waaruit de blokspanning is opgebouwd) niet allemaal evenveel versterkt worden en zal de blokgolf vervormd aan de uitgang van de versterker verschijnen. Aan de aard van de vervorming kan men erg veel afleiden over de kwaliteit van de versterker. In figuur 10-207 ziet men een zaagtandspanning en daaronder, door midden van lijntjes weergegeven, de grootte van de samenstellende harmonischen met de verschillende frequenties. In figuur 10-208 zijn de eerste drie harmonischen op de onderling juiste amplitudeverhouding getekend en is, punt na punt, hun som getekend. Hieruit blijkt duidelijk, dat zelfs de som van maar drie sinussen een vrij goede benadering geeft van een zaagtandspanning.



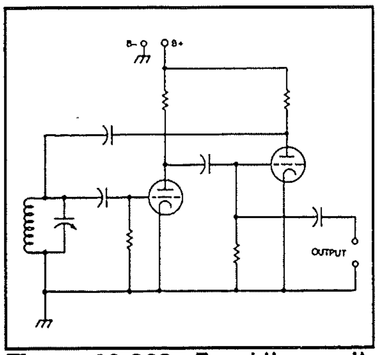
Figuur 10-208: Fourier analyse (2).

FPGA Afkorting van "Fast Programmable Gate Array", een schakeling die intern is samengesteld uit een groot aantal poorten met *losse* verbindingen. De verbindingen tussen deze poorten kunnen softwarematig worden aangebracht, zodat men met één IC de meest uiteenlopende digitale functies kan realiseren.

Fragmentering Het verschijnsel dat MS-DOS bestanden niet per definitie in aaneensluitende clusters op een schijf opslaat, maar het bestand verspreid opslaat in alle lege clusters die het tegenkomt.
Het gevolg is dat het inlezen van het bestand veel tijd kost, omdat de koppen van het leesmechanisme van cluster naar cluster moeten worden gestuurd.

Frame In het algemeen één compleet beeldje uit een videosequentie.

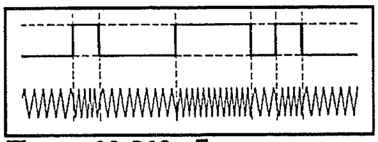
Franklin oscillator Een uit het buizentijdperk stammende oscillatortype, waarbij de eerste versterker een afgestemde LC-kring bevat en de voor oscillatie noodzakelijke terugkoppeling tot stand komt tussen de uitgang van de tweede versterker en de ingang van de eerste versterker, zie figuur 10-209.



Figuur 10-209: Franklin oscillator.

Free-running Men noemt een schakeling free-running, als zij bij het aanschakelen van de voeding zonder externe beïnvloeding begint te doen waarvoor zij ontworpen is. Een astabiele multivibrator zal dus free-running zijn als er geen extern stuursignaal noodzakelijk is om de oscillaties te starten.

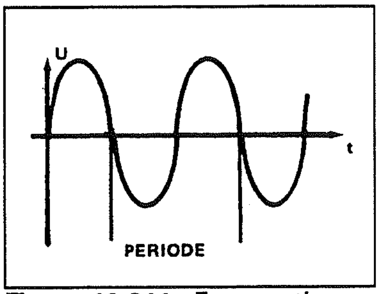
Frequency Shift Keying Afgekort tot FSK. Een modulatiemethode voor digitale signalen, waarbij de "L"- en "H"-signalen worden omgevormd tot sinussignalen met diverse frequenties, zie figuur 10-210.



Figuur 10-210: Frequency Shift Keying.

In het algemeen bedraagt het frequentieverschil tussen "L" en "H" ongeveer 400 Hz. FSK wordt bijvoorbeeld gebruikt bij modems, om de digitale signalen van een computer geschikt te maken voor transport via het ouderwetse analoge Telecomnetwerk.

Frequentie Is een grootheid die aangeeft hoeveel volledige trillingen per seconde een periodieke spanning maakt. Een periodieke spanning is een spanning, die een wisselend verloop heeft, dus niet constant is, maar wel steeds opnieuw dezelfde spanningsvorm doorloopt. Het aantal keren dat die spanning een volledige golfvorm per seconde doorloopt, is de frequentie en deze grootheid wordt uitgedrukt in hertz, afgekort tot Hz. Figuur 10-211 geeft het spanningsverloop van een sinusvormige spanning. De periode geeft de volledige cyclus aan. Het aantal perioden per seconde is dus de frequentie in Hz.
Een signaaltje met een frequentie van 1.000 Hz (1 kHz) zal dus 1.000 perioden per seconde doorlopen.



Figuur 10-211: Frequentie.

Frequentie analysator Is een apparaat, waarmee men een bepaald signaal kan ontleden in zijn samenstellende sinussen (harmonischen). Door middel van zo'n apparaat kan men bijvoorbeeld de vervorming meten, die een versterker aan een geluidssignaal toevoegt. Aan de ingang van de versterker wordt een zuivere sinus van bijvoorbeeld 1 kHz aangelegd. Daar een sinus de basisgolfvorm is, waaruit alle signalen opgebouwd zijn, zal dat ingangssignaal alleen maar opgebouwd zijn uit die ene sinusspanning. Als de versterker vervormt, dan zal de uitgangsspanning niet meer gelijk zijn aan de zuivere sinus van de ingang. Hij zal dus samengesteld zijn uit verschillende sinussen (zie Fourier analyse). Als men nu die vervormde uitgangsspanning gaat onderzoeken met een frequentie analysator, kan men de verhouding bepalen tussen het aandeel van de vervorming (de harmonischen) en de zuivere grondgolf. Uit deze twee gemeten waarden kan men het percentage vervorming van de versterker bepalen.

Frequentie band Is een gedeelte uit het totale frequentie spectrum dat door een apparaat, bijvoorbeeld een kortegolf ontvanger, ontvangen kan worden. In de tabel van figuur 10-212 zijn enige frequentie banden met hun gestandaardiseerde benamingen en hun frequentie bereik weergegeven.

Frequentie compensatie Een schakeltechniek die wordt toegepast bij voornamelijk versterkers en die tot doel heeft de frequentie weergave van de schakeling op de een of andere manier te beïnvloeden. Dat kan verbeteren betekenen, maar ook bewust verslechteren om bijvoorbeeld de kans op oscillaties kleiner te maken. Deze technieken bestaan in het aanbrengen van terugkoppelingen met weerstanden en condensatoren, die een frequentie-afhankelijke impedantie hebben.

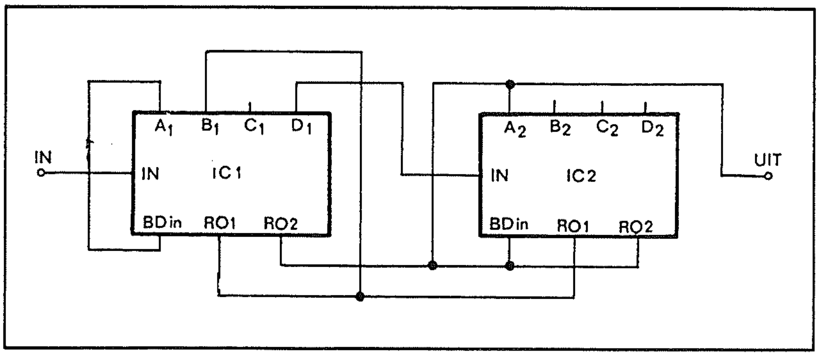
Frequentie deler Een digitale schakeling die de frequentie van een ingangssignaal door

een bepaalde constante factor deelt. De basis van frequentie delers is de flip-flop, die de frequentie van het aangeboden signaal door twee deelt. De tekening van figuur 10-213 geeft in de bovenste grafiek een di-

BENAMING	FREQUENTIE	GOLFLENGTE
EHF: extremely high frequency	300 GHz - 30 GHz	1 mm - 1 cm
SHF: super high frequency	30 GHz - 3 GHz	1 cm - 10 cm
UHF: ultra high frequency	3 GHz - 300 MHz	10 cm - 1 m
VHF: very high frequency	300 MHz - 30 MHz	1 m - 10 m
HF: high frequency	30 MHz - 3 MHz	10 m - 100 m
MF: medium frequency	3 MHz - 300 kHz	100 m - 1 km
LF: low frequency	300 kHz - 30 kHz	1 km - 10 km
VLF: very low frequency	30 kHz - 3 kHz	10 km - 100 km

Figuur 10-212: Frequentie band.

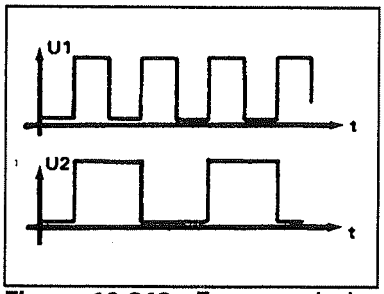
gitaal signaal waarvan de frequentie door een tweedeler door twee gedeeld wordt. Voor iedere volle periode van de uitgangsspanning heeft men, zoals duidelijk te zien is, twee perioden van de ingangsspanning nodig. Deze techniek wordt bijvoorbeeld gebruikt bij digitale klokken.
Deze moeten gestuurd worden door een referentiefrequentie, die het gelijklopen van de klok verzekert. Deze referentiefrequenties zijn altijd veel groter dan de voor de sturing van de klok nodige één seconde puls. Als men de 50 Hz netspanning als referentie gebruikt, dan moet deze frequentie door 50 gedeeld worden. Door meerdere flip-flop's achter elkaar te schakelen krijgt men deelfactoren van 4, 8, 16, 32, 64, etc. (dus steeds machten van 2). Andere deelfactoren zijn te verkrijgen door bepaalde terugkoppelingen aan te brengen tussen de uitgangen van de delers en de reset's van de flip-flop's. Als voorbeeld is in figuur 10-214 het schema getekend van een twaalfdeler, uitgevoerd met twee tiendelers van het type 7490, waar de normale deel-door-100 functie door middel van een terugkoppeling naar de reset's is gereduceerd tot deel-door-12.



Figuur 10-214: Frequentie deler (2).

Frequentie deviatie Geleerd woord voor frequentie afwijking.

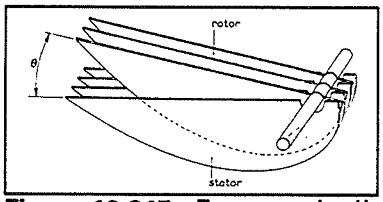
Frequentie karakteristiek Is de grafische voorstelling van de versterking van een apparaat in functie van de frequentie van de aan de ingang van dat apparaat aangeboden spanning. Men meet de versterking bij een referentiefrequentie, meestal 1 kHz en stelt deze gelijk aan *1 of 0 dB. Nadien gaat men de frequentie van het ingangssignaal variëren en meet telkens de uitgangsspanning.



Figuur 10-213: Frequentiedeler (1).

Uit de verhouding van beide spanningen volgt de versterking voor die bepaalde frequentie. Als men deze in grafiek uitzet en vergelijkt met de standaardversterking bij 1 kHz heeft men de frequentie karakteristiek.

Frequentie lineaire condensator Een regelbare condensator met een speciale vorm van rotor en stator, zie figuur 10-215.



Figuur 10-215: Frequentie lineaire condensator.

Er bestaat een lineair verband tussen de hoekverdraaiïng Φ van de condensator en de fre-

quentie van de oscillator waarin de condensator is opgenomen. Op deze manier kan men HF-oscillatoren voorzien van een lineaire frequentieschaal.

Frequentie modulatie Zie FM.

Frequentie referentie Een schakeling of onderdeel dat een zeer stabiele en nauwkeurig bekende frequentie genereert en dat gebruikt wordt voor het ijken van andere apparatuur. Frequentie referenties zijn onder andere kristallen, stemvorken en compleet gemonteerde oscillatoren in DIL-behuizing.

Frequentie spectrum Het volledig tot nu toe bekende bereik van de elektromagnetische straling. Aan de bovenzijde zitten de cosmische stralen, met frequenties tot $3*10^{24}$ Hz, aan de onderzijde zitten de zeer lange golven met een frequentie van minder dan 30 Hz. Daartussen van hoog naar laag: gammastraling, Röntgenstraling, ultraviolet licht, zichtbaar licht, infrarood licht, alle in figuur 10-212 voor communicatie bedoelde banden en zeer lage frequenties die voor speciale doeleinden worden gebruikt. Zie ook elektromagnetisch spectrum.

Frequentie synthesizer Is een apparaat, waarmee men signalen van verschillende frequenties kan afleiden uit een referentie frequentie. Wordt gebruikt voor het opwekken van signalen met zeer nauwkeurige frequenties.

Frequentie verschuiving Is het verschijnsel dat de frequentie van oscillatoren verloopt in functie van de tijd. Dit verschijnsel wordt voornamelijk veroorzaakt door de invloed van temperatuursvariaties, die kleine fysische veranderingen van in de oscillator gebruikte onderdelen tot gevolg hebben. Bij FM-ontvangers kan de frequentie verschuiving tot gevolg hebben, dat de afstemmer de eenmaal ingestelde zender slecht gaat ontvangen. Vandaar dat bij dergelijke apparaten steeds AFC wordt toegepast, automatische frequentie correctie, die ervoor zorgt dat afwijkingen van de oscillatorfrequentie automatisch worden bijgeregeld.

Fresnel lens Een lens opgebouwd uit steeds dikker wordende ringen van speciaal glas. Zorgt dat het licht dat door de lens valt geen scherp afgebakend oppervlak aanlicht, maar geeft een bepaalde rand onscherpte.

Front end Een ingekapselde en volledig afgeschermde schakeling, meestal bestaande uit de eerste trappen van een superheterodyne ontvanger, dus antenne versterker, locale oscillator en menger. Het front end levert op zijn uitgang het middenfrequent signaal af.

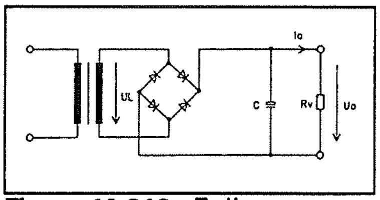
FSK Afkorting van "Frequency Shift Keying", zie aldaar.

FT-snede Een snede door een kristal onder een hoek van +57° ten opzichte van de Z-as van het kristal.

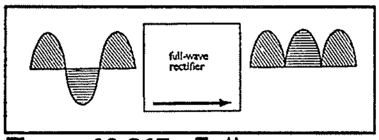
FTP Afkorting van "File Transfer Protocol". Een serie internationale afspraken over de manier waarop men via het Internet bestanden van de ene naar de andere computer kan verzenden. FTP heeft niets te maken met het WWW, het World Wide Web. Hiervoor gelden andere communicatie-afspraken.

Full adder Is een digitale schakeling, die in staat is twee digitale getallen op te tellen. Het verschil met een half adder is, dat deze laatste geen "overlooppuls" levert, en de full adder wél.

Full scale Engels voor "volle schaal". De maximale waarde van de grootheid die een bepaald meetinstrument kan meten. Wordt afgekort tot FS. Voorbeeld: 100 V_{FS} wil zeggen dat het meetinstrument een meetbereik heeft van 0 V tot 100 V.



Figuur 10-216: Full wave gelijkrichter (1).



Figuur 10-217: Full wave gelijkrichter (2).

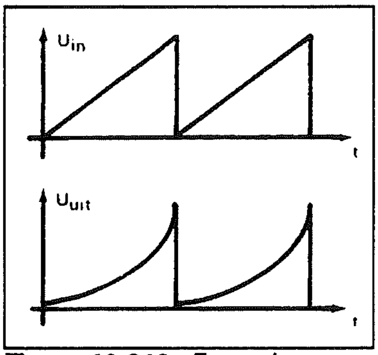
Full stroke tijd De tijd die een harde schijf nodig heeft om de schrijf/lees-koppen van de eerste cilinder (0) tot de laatste cilinder te verplaatsen.

Full wave gelijkrichter Een gelijkrichter die zowel de halve positieve als de halve negatieve periode van de 50 Hz netspanning gebruikt voor het genereren van een gelijkspanning. In figuur 10-216 is het standaard schema van de full wave gelijkrichter getekend, de fundamentele werking volgt uit figuur 10-217.

Functie Het wiskundig beschreven verband tussen twee of meerdere grootheden. De algemene uitdrukking $U_1 = f(I_2)$ geeft aan dat het verloop van de spanning U_1 volledig sluitend wiskundig beschreven kan worden als men het verloop van de stroom I_2 kent. Zo geeft de eenvoudige functie $U = I * R$ het verband tussen de spanning over een weerstand en de stroom door die weerstand. Functies kunnen ook op

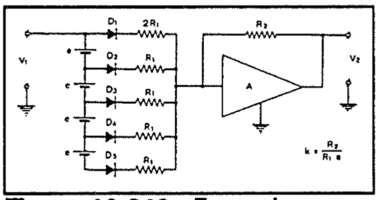
een grafische manier worden voorgesteld door middel van een lijn in een assenstelsel. In het voorbeeld is de horizontale as dan een maat voor de spanning, de vertikale voor de stroom.

Functiegenerator Is een apparaat dat in staat is allerlei spanningsvormen op te wekken. Er zijn drie soorten funktiegeneratoren. De eerste soort wordt gestuurd door een spanning op de ingang, meestal een zaagtand, en zal aan de uitgang een spanning opwekken met dezelfde frequentie als de zaagtand, maar met een afwijkende vorm. Figuur 10-218 geeft bijvoorbeeld de in- en uitgangsspanningen van een functiegenerator, die de zaagtand op de ingang omvormt in een exponentieel verlopende spanning. In figuur 10-219 is de principiële opbouw van een dergelijke generator getekend. De dioden in de terugkoppeling zorgen ervoor dat de terugkoppelingsfactor niet constant is, maar afhankelijk van de grootte van de ingangsspanning. Op deze manier zal ook de versterking van de trap afhankelijk zijn van de grootte van de ingangsspanning, waardoor de exponentiële spanning op de uitgang verklaard kan worden. Dergelijke functiegeneratoren worden onder meer toegepast in dB-meters met een lineaire schaal of in W-meters. Het tweede soort functiegeneratoren wekt uit zichzelf een spanning op en is in feite niets anders dan een veredeld soort sinus/blokoscillator, die behalve de genoemde spanningsvormen ook nog driehoeken en pulsen opwekt. Het derde soort is in staat wiskundige formules (functies) uit te werken en een uitgangsspanning te genereren, die een functie is van een aantal ingangsgrootheden.

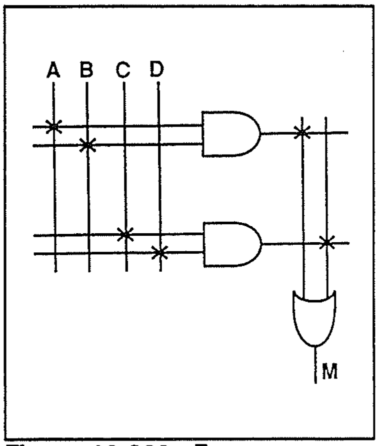


Figuur 10-218: Functiegenerator (1).

Fundamentele frequentie Is een begrip uit de Fourier analyse (zie aldaar). Met de fundamentele frequentie wordt de frequentie van een sinussignaal bedoeld, dat dezelfde frequentie heeft als de niet-sinusoidale golf die men bestudeert.



Figuur 10-219: Functiegenerator (2).



Figuur 10-220: Fuse programming.

Fuse Engels voor "zekering".

Fuse programming Een systeem waarmee geïntegreerde digitale schakelingen worden geprogrammeerd door het "opblazen" van zekeringen. Deze techniek wordt onder andere toegepast bij PLD's (zie aldaar). In figuur 10-220 is een voorbeeld gegeven. De ingangslijnen A, B, C en D zijn allemaal door middel van zekeringen verbonden met de ingangslijnen van de twee AND-poorten. De twee uitgangen van deze poorten zijn met zekeringen verbonden met de twee ingangen van de uitgangspoort. Door nu bepaalde spanningen aan te brengen tussen de ingangen A-D en de ingangen van de poorten kan men sommige zekeringen "opblazen". De verbindingen worden onderbroken en alleen daar waar kruisjes staan blijven de zekeringen intact. Op deze manier kan men eenmalig een bepaalde logische functie in het IC programmeren.

Fusie Samenvoegen. In de natuurkunde wordt dit begrip gebruikt in "fusie-reactoren", kernreactoren waar energie ontstaat door lichte elementen om te zetten in zwaardere elementen, bijvoorbeeld waterstof in helium. Men denkt dat de fusie-reactor dé energiebron van de 21ste eeuw zal gaan worden, hoewel er nog veel problemen zijn op te lossen. De hedendaagse kernreactoren werken volgens het principe van de fissie: zeer zware elementen (uranium, plutonium) worden gesplitst in lichtere elementen.

Fuzz Het vervormen van het signaal van een elektrische gitaar om speciale geluidseffecten op te wekken, men gebruikt hiervoor een fuzzbox.

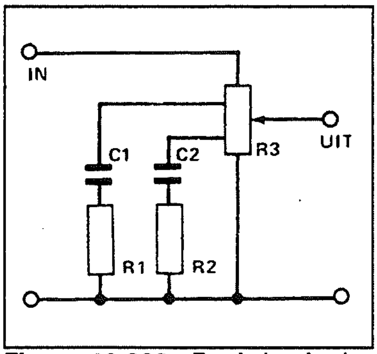
Fuzzificatie Begrip uit de vage logica, waarbij de in- en uit-

gangsgrootheden van een bepaald proces worden omgezet in lidmaatschapsfuncties, zie ook fuzzy logic.

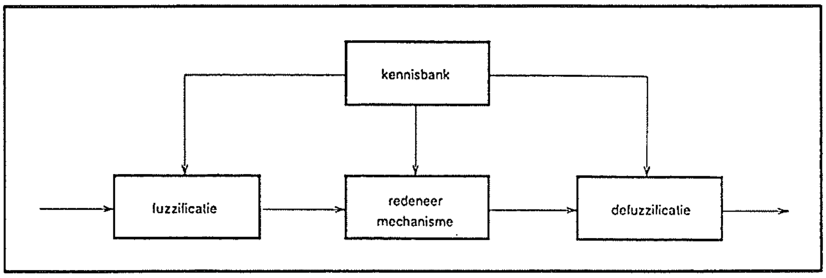
Fuzzy logic Engels voor "vage logica". Een geheel nieuwe benadering voor het oplossen van problemen, ontwikkeld door Lofti Zadeh. De "normale" logica gaat uit van regels, waarop alleen een antwoord met "JA" of "NEE" mogelijk is. In de fuzzy logic gaat men er van uit dat een element niet per definitie alleen maar tot de set "JA" of tot de set "NEE" kan behoren. Voorbeeld: in de "normale" logica kan de vraag *"is een man van 50 jaar jong of oud?"* alleen beantwoord worden met "JONG" of "OUD". In de vage logica voert men *lidmaatschapsfuncties* in, waardoor op dezelfde vraag veel meer antwoorden mogelijk zijn: "TAMELIJK JONG", "JONG", "NIET ZO JONG MEER", "NOG NIET OUD", "OUD" en "HEEL OUD". Op deze manier is men in staat dynamische processen veel beter volgens "menselijke maatstaven" te beschrijven. Bovendien houdt het proces rekening met ervaringen die in een *kennisbank* liggen opgeslagen. Het volledige proces van de vage logica kan aan de hand van figuur 10-221 als volgt omschreven worden. Fuzzificatie: ingangsgrootheden en uitgangsgrootheden worden verwerkt tot lidmaatschapsfuncties, waarbij rekening wordt gehouden met ervaringsregels die in de kennisbank aanwezig zijn. Redeneer mechanisme: hierbij is het de bedoeling een aantal ALS . . . DAN regels op te stellen waarbij de vage ingangsvariabelen gekoppeld worden aan een of meerdere vage uitgangsvariabelen. Deze regels beschrijven het systeem waarop het fuzzy-proces wordt toegepast. Defuzzificatie: uit de regels worden waarden voor de uitgangsvariabelen afgeleid, die niet langer vaag zijn maar concreet, zodat elektronische schakelingen er weer iets mee kunnen aanvangen.

Fysieke ruimte De reële geheugenruimte, aanwezig onder de vorm van hardware, van een computer of het reële aantal bytes dat op een medium opgeslagen kan worden.

Fysiologische volumeregeling Is een bij goede versterkers gebruikte volumeregeling, waarbij automatisch de frequentieweergave van de versterker aangepast wordt aan de wat vreemdsoortige gevoeligheidscurve van het menselijk gehoor. Het is namelijk zo, dat de mens lage en hoge tonen minder gevoelig waarneemt dan signalen met een frequentie van ongeveer 1 kHz. Als de versterker op een flink geluidsvolume staat ingesteld en met de toonregeling de frequentiekarakteristiek is aangepast aan het gehoor en nadien het volume wordt verlaagd, dan stelt men vast dat het geluid niet meer natuurgetrouw klinkt. Dat wordt veroorzaakt door het hogergenoemd verschijnsel. Bij een fysiologische volumeregeling worden, als men het volume dichtdraait, de lage en hoge tonen minder verzwakt dan de middentonen, zodat de geluidsindruk gelijk blijft. De eenvoudigste schakelingen maken gebruik van een potentiometer met aftakkingen, zoals geschetst in figuur 10-222. Door de parallelschakeling van de twee RC-kringen zullen de middenfrequenties meer verzwakt worden dan de lage en hoge. Het nadeel van deze methode is, dat dit soort potentiometers nauwelijks verkrijgbaar is en dat de schakeling een duidelijk compromis is. Veel beter is een stappenverzwakker, die voor iedere verzwakking de juiste frequentiekarakteristiek instelt.



Figuur 10-222: Fysiologische volumeregeling.



Figuur 10-221: Fuzzy logic.

G

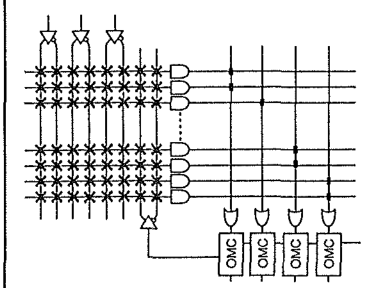
G Afkorting van giga, zie aldaar.

GaAs Formule van galliumarsenide, een legering van de elementen gallium en arsenicum, die de grondstof is voor bepaalde soorten halfgeleiders.

Gain Engels voor versterking. Met deze term wordt in de vakliteratuur de versterking van een schakeling of onderdeel aangeduid. Een operationele versterker met een gain van 10.000 zal het ingangssignaal 10.000 maal versterken. Bij operationele versterkers maakt men het belangrijke onderscheid tussen open-loop gain en closed-loop gain. De eerste term slaat op de versterking van de schakeling zonder terugkoppeling, dus op de maximaal bereikbare versterking. De tweede term is de versterking van de op-amp in een praktisch schema, waar men door middel van een terugkoppeling de versterking aan banden legt.

Gain control Engels voor "versterkingscontrole". Een algemene term waarmee ieder systeem wordt beschreven waardoor het mogelijk is de versterking van een trap te beïnvloeden. Een van de belangrijkste systemen is "AGC", oftewel "Automatic Gain Control". Hiermee wordt de versterking van een trap dusdanig geregeld dat de grootte van het uitgangssignaal vrijwel constant blijft over een groot bereik van de amplitude van het ingangssignaal.

GAL Afkorting van "Generic Array Logic". Een GAL is een programmeerbare logische schakeling (PLD), samengesteld uit een groot aantal programmeerbare poorten, die in de uitgangslijnen zogenoemde "OMC"'s heeft. Dit is het letterwoord van "Output Macro Cel". Deze cel kan dusdanig geprogrammeerd worden dat bijvoorbeeld de uitgang inverterend werkt of dat er een flipflop in de uitgang wordt opgenomen of dat de uitgang wordt teruggekoppeld naar een van de ingangen. Dank zij deze programmeerbare OMC is een GAL veel flexibeler dan andere soorten van PLD's. Het universele blokschema van een GAL is getekend in 10-223.



Figuur 10-223: GAL.

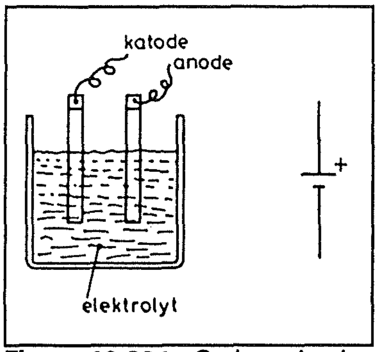
Galactische ruis Elektromagnetische straling, die afkomstig is uit het heelal en die op aarde door antennes opgevangen kan worden. Deze straling kan de normale ontvangst van aardse elektromagnetische uitzendingen storen onder de vorm van ruis. Een van de interessantste galactische stralingsbronnen is de "achtergrond-straling": elektromagnetische straling met een zeer lange golflengte die, naar men aanneemt, een "afgekoeld" overblijfsel is van de immense energie-uitbarsting die ontstond toen het heelal zich vormde uit de oerknal.

Gallium Een van de chemische elementen, wordt gebruikt in Gallium-Arsenide, een basis grondstof voor de vervaardiging van halfgeleiders. Symbool Ga, atoomnummer 31, atoomgewicht 69,72.

Galvani Een van de onderzoekers die aan de basis heeft gestaan van de elektrotechniek als wetenschap. Galvani (1737 - 1798) ontdekte dat een spier van een dode kikvors samentrok als deze werd aangeraakt met twee met elkaar verbonden draden van verschillend metaal. Deze ontdekking werd later door Volta op de juiste manier geïnterpreteerd en zou de basis vormen voor het ontwikkelen van elektrische cellen.

Galvanische cel Algemene term voor een elektrochemische gelijkspanningsbron. Een galvanische cel is, volgens figuur 10-224, opgebouwd uit twee geleidende platen, de elektroden, die zijn gedompeld in een geleidende oplossing, het elektrolyt. Bij sommige uitvoeringen is iedere elektrode ondergebracht in een eigen elektrolyt en de twee oplossingen zijn door middel van een poreuze, geleidende wand gescheiden. Tussen een elektrode en het elektrolyt ontstaat door een elektrochemische interactie een potentiaalverschil. Tussen beide elektroden kan men dus een gelijkspanning afnemen, waarvan de grootte wordt bepaald door de gebruikte elektrodematerialen en elektrolyt-oplossing(en). Deze celspanning noemt men de EMK, de elektromotorische kracht (zie aldaar). De cel wordt ook nog gekarakteriseerd door zijn inwendige weerstand Ri. Deze weerstand zal er voor zorgen dat bij belasting van de cel met een weerstand de spanning daalt van de EMK-waarde tot de klemwaarde. De klemspanning is dus het verschil tussen de EMK-spanning en de

spanningsval over de inwendige weerstand van de cel.

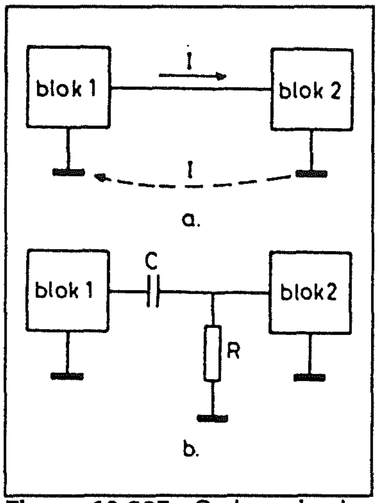


Figuur 10-224: Galvanische cel.

Galvanische koppeling Twee schakelingen, zie figuur 10-225 bovenste schema, zijn galvanisch met elkaar gekoppeld als er een rechtstreekse verbinding bestaat tussen de uitgang van het eerste blok en de ingang van het tweede. Galvanische koppelingen worden gebruikt in schakelingen die niet alleen wissel- maar ook gelijkspanning moeten verwerken. De gelijkstroom I vloeit dan via de galvanische koppeling van de uitgang van blok 1 naar de ingang van blok 2 en gaat via de gemeenschappelijke massa-aansluiting terug naar de oorsprong. Het gebruik van galvanische koppelingen brengt grote problemen met zich mee, met name wat betreft het in de hand houden van temperatuursdrift. Vandaar dat men, waar maar mogelijk, gebruik maakt van de condensator-koppeling, getekend in het onderste schema.

Galvaniseren Het via elektrochemische principes bedekken van ijzeren voorwerpen met een dun laagje zink. Het laagje zink moet voorkomen dat het ijzer gaat roesten.

Galvanometer Een zeer gevoelige meter voor het meten van de grootte van een gelijkstroom. In de meeste gevallen wordt deze meter opgenomen in een brugschakeling en heeft een midden nulpunt, zodat zowel negatieve als positieve stromen gemeten kunnen worden.



Figuur 10-225: Galvanische koppeling.

Gamma correctie Compensatie-schakeling uit de TV-techniek die wordt gebruikt voor het aanpassen van de karakteristieken van de opneembuis in de camera aan de karakteristieken van de beeldbuis in de ontvanger. Meestal wordt gebruik gemaakt van een niet-lineaire versterker.

Gamma straling Elektromagnetische straling met een zeer korte golflengte die ontstaat door processen in op elkaar reagerende atomen.

Ganged tuning Gelijktijdige afstemming van twee of meer elektronische schakelingen door middel van één controle-element, bijvoorbeeld een stereo-potentiometer of een dubbele variabele condensator.

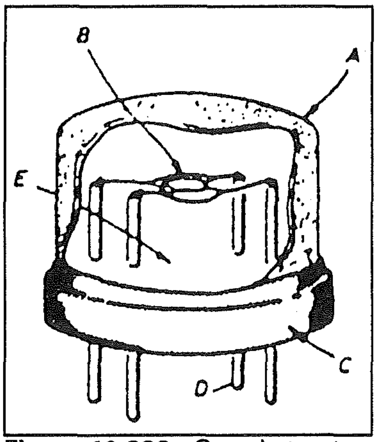
Gap Engels, ruimte tussen de elektroden van een systeem.

Garbage Letterlijk vertaald, "afval". In de computerterminologie gebruikt om niet nuttige gegevens aan te duiden, zoals tijdelijke files (*.TMP) die niet zijn opgeruimd door het programma dat ze gemaakt heeft en nuttige ruimte op de harde schijf in beslag nemen.

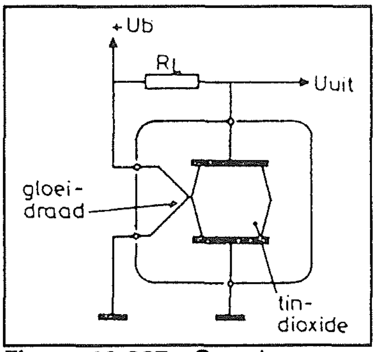
Gas breakdown Het verschijnsel dat optreedt in een gasgevulde buis als de spanning over de buis stijgt tot boven de Townsend-waarde, zie gasontlading.

Gasdetector Een volgens figuur 10-226 opgebouwde detector voor diverse gassoorten. De detector is samengesteld uit een plaatje titaniumoxide (B), waarin een gloeidraad is verwerkt. De aansluitingen voor de gloeidraad en het plaatje dioxide worden via een ceramische voet (C) naar buiten gebracht in de vorm van pennen (D). De detector is ondergebracht in een behuizing van staalgaas (A), zodat de omgevingslucht en de daarin voorkomende gassen ongehinderd kunnen doordringen tot het plaatje tinaniumoxide. De gloeidraad verhit het oxide tot ongeveer 250 graden Celsius. De zuurstof uit de lucht, die door het plaatje wordt geabsorbeerd, gaat chemische bindingen aan met de moleculen van het plaatje. Het element gedraagt zich als een halfgeleider en de halfgeleidende eigenschappen worden voor een deel bepaald door de hoeveelheid geabsorbeerde zuurstof. Wordt de detector in een gasrijke omgeving gebracht, dan zullen gasmoleculen bindingen aangaan met de zuurstofmoleculen en zal de hoeveelheid door het element geabsorbeerde zuurstof afnemen. De halfgeleidende eigenschappen van het element veranderen en deze veranderingen kunnen volgens het schema

van figuur 10-227 worden gedetecteerd door spanningsvariaties over de belastingsweerstand R van het element.



Figuur 10-226: Gasdetector (1).

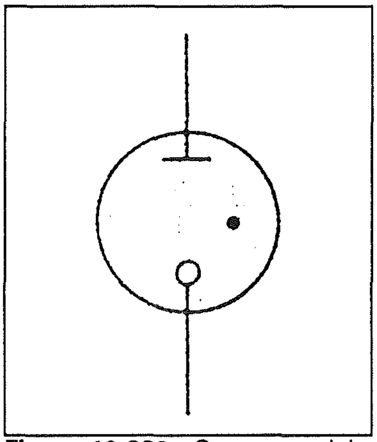


Figuur 10-227: Gasdetector (2).

Gasflow meter Een meter die de hoeveelheid gas die door een pijp stroomt meet.

Gasgevulde kabel Een kabel die zeer hoge spanningen transporteert en waarbij de isolatie bestaat uit stikstofgas onder zeer hoge druk. Het stikstof wordt niet alleen gebruikt als isolator, maar ook als koelmedium.

Gasgevulde onderdelen Zijn onderdelen waarvan de werking voor een deel berust op het ioniseren van een gas. Het algemeen symbool voor een gasgevuld onderdeel is getekend in figuur 10-228. De anode wordt voorgesteld door een streepje, de kathode door een cirkeltje. Het bolletje duidt op de gasvulling. Eventuele hulpelektroden worden voorgesteld door stippellijntes. Voor de bespreking van de algemene werkingsprincipes van gasgevulde onderdelen wordt verwezen naar "gasontlading".

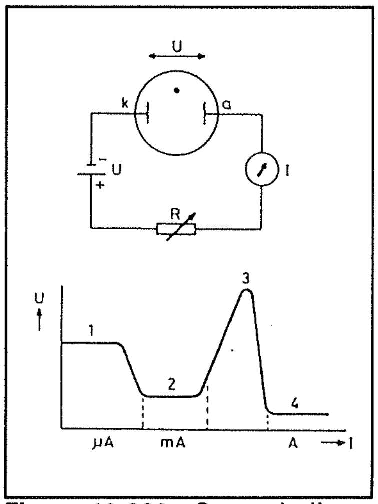


Figuur 10-228: Gasgevulde onderdelen.

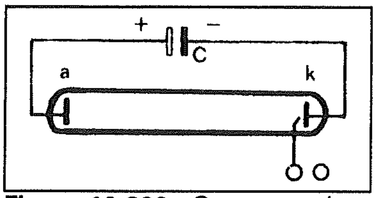
Gasontlading Het verschijnsel dat door een gas, opgesloten in een glazen buis voorzien van twee elektrodes, een stroom gaat vloeien als over de elektroden een bepaalde spanning wordt aangesloten. Het ontstaan van de stroom valt te verklaren uit het feit dat de gasatomen uiteen vallen in positieve ionen en negatieve elektronen. Dit verschijnsel is een gevolg van botsingen tussen de atomen van het gas en allerlei vormen van cosmische straling. Zou het gas niet zijn ingesloten in een buis voorzien van twee onder spanning staande elektroden, dan zouden de ionen en de elektronen zich weer recombineren tot gasatomen. Onder invloed van het elektrische veld in de buis gaan de lichte vrije elektronen zich echter naar de positieve anode verplaatsen. Het elektrische veld zorgt bovendien voor een versnelling van de elektronen. Als de spanning groot genoeg is, zullen sommige elektronen zo worden versneld dat ze in staat zijn andere elektronen uit gasatomen te bevrijden. Er ontstaat dus een soort cumulatief effect, ieder vrij elektron botst tegen gasatomen, bevrijdt daaruit een of meerdere elektronen, die op hun beurt worden versneld en weer andere elektronen uit atomen bevrijden. In figuur 10-229 is de stroom-spanning karakteristiek van een gasgevulde buis getekend. Door middel van een regelbare weerstand R kan men de stroom I, die door de buis kan lopen, instellen. In het µA-gebied valt over de buis een tamelijk constante spanning (zône 1). Dit noemt men de ***Townsend-spanning.*** Vergroot men de stroom, dan stelt men vast dat de buisspanning eerst daalt en zich nadien stabiliseert op een waarde (zône 2), die lager is dan de Townsend-spanning. Dit tweede gebied noemt men het normale werkingsgebied van de buis, de stroom ligt nu in het mA-bereik. Vergroot men de stroom nog meer, dan gaat de spanning over de buis sterk stijgen (zône 3) en nadien (de stroom ligt nu reeds in het A-gebied!) dalen tot een zeer lage waarde. Dit laatste gebied (zône 4) noemt men het booggebied. Enige voorbeelden van onderdelen die op de een of andere manier gebruik maken van gas-ontlading: neonbuisjes, thyratrons, flitsbuizen, TL-buizen.

Gasontladingsbuis Is een onderdeel, gevuld met een gas, dat werkt volgens het principe van de gasontlading. Het in

doe-het-zelf kringen meest bekende voorbeeld is de flitsbuis. Dat is een glazen buisje, zie figuur 10-230, gevuld met een of ander gas en voorzien van drie aansluitingen. Tussen de kathode en de anode wordt een gelijkspanning van ongeveer 300 V aangesloten, die geput wordt uit een grote elektrolytische condensator, die opgeladen wordt door een voeding. Deze spanning is te laag om de buis spontaan te laten ioniseren. Vandaar dat in de buurt van de kathode een ontsteekelektrode is opgenomen. Als tussen kathode en ontsteekelektrode een spanningspuls van enige duizenden V wordt aangelegd, dan zal de ruimte tussen deze beide elektroden geïoniseerd worden. Deze ionisatie plant zich verder door de buis. Het gevolg is, dat de weerstand van de buis zeer laag wordt en de lading van de elco in een fractie van een seconde door de buis geabsorbeerd wordt. De grote stroom, die daarvan het gevolg is, heeft enige fysische reacties van het gas tot gevolg, zoals het uitzenden van een zeer intensieve lichtpuls.

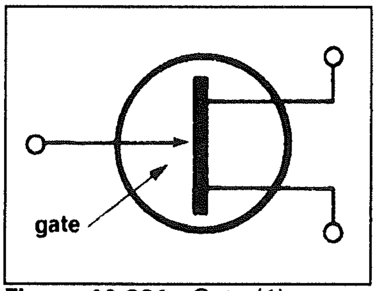


Figuur 10-229: Gasontlading.



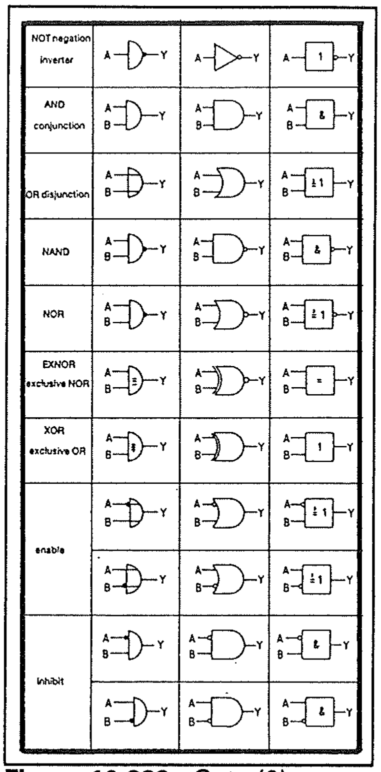
Figuur 10-230: Gasontladingsbuis.

Gate (1) De gate van een veldeffect transistor is de aansluiting, zie figuur 10-231, waaraan de ingangsspanning wordt aangelegd en die de structuur van de halfgeleider zo zal beïnvloeden, dat de stroom door de drain-source varieert.



Figuur 10-231: Gate (1).

Gate (2) In de digitale elektronica een schakeling met minstens twee ingangen en een uitgang. De uitgangsspanning zal slechts dan "H" worden als aan bepaalde voorwaarden op de ingangen is voldaan. In figuur 10-232 zijn de negen basis-gates getekend. De vier meest gebruikte gates zijn AND, OR, NAND en NOR. AND: uitgang is "H" als beide ingangen "H" zijn. NAND: uitgang is "L" als beide ingangen "H" zijn. OR: uitgang is "H" als een van de ingangen "H" is. NOR: uitgang is "L" als een van de ingangen "H" is. Door middel van gecombineerde gateschakelingen kan men coïncidentiesystemen opbouwen, schakelingen die een Boolse vergelijking kunnen oplossen: als aan x aantal ingangsvoorwaarden wordt voldaan, dan zal de schakeling een puls genereren.



Figuur 10-232: Gate (2).

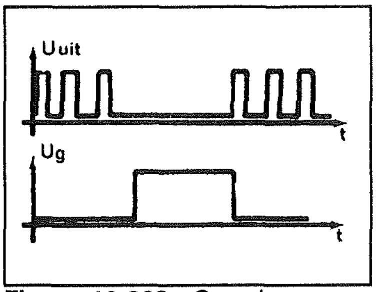
Gate array Is een digitaal IC, waarin een groot aantal poorten op één chip zijn ondergebracht. In de basis uitvoering van de chip zijn deze poorten niet onderling verbonden. Men kan nu de opdracht geven via enige extra arbeidsgangen een bepaald verbindingspatroon tussen de in- en uitgangen in de chip te integreren. Dit is een ideaal systeem om het aantal onderdelen drastisch te reduceren bij de fabricage van grote series apparatuur.

Gate drain spanning Symbool U_{GD}, de maximaal toelaatbare spanning tussen de gate en de drain van een field-effect transistor.

Gate impedantie De impedantie van de gate van een veldeffect transistor ten opzichte van de source.

Gate turn-off Het verschijnsel dat de gate-source spanning van een veldeffect transistor een bepaalde waarde heeft, waarbij de FET volledig naar sper schakelt. Van dit verschijnsel kan men gebruik maken om een FET in te stellen als analoge schakelaar.

Gated Is een begrip uit de digitale elektronica. In het algemeen is "iets" ge-gated, als de werking van dat "iets" gecontroleerd kan worden door het al dan niet aanwezig zijn van spanning op een bepaald punt. Figuur 10-233 geeft als voorbeeld de uitgangsspanning van een gated oscillator, die alleen maar een blokgolf aan zijn uitgang opwekt als op een gate-ingang een positieve spanning aanwezig is. De bovenste grafiek geeft de uitgangsspanning van de oscillator, de onderste de spanning op de gate-ingang.

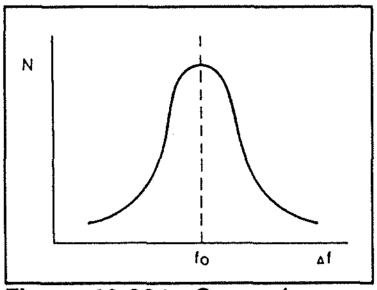


Figuur 10-233: Gated.

Gauss Eenheid van de magnetische flux, oftewel het aantal magnetische veldlijnen per oppervlakte-eenheid.

Gaussiaanse ruis Elektrische ruissignalen, waarvan het frequentiespectrum voldoet aan een Gaussiaanse verdeling, zie aldaar.

Gaussiaanse verdeling Een belangrijk gegeven uit de statistiek. Door middel van een Gaussiaanse distributie of verdeling kan men berekenen hoe groot de kans is dat de waarde van een bepaalde grootheid binnen of buiten een gegeven nauwkeurigheid valt. In figuur 10-234 is het typische karakteristieke verloop van een Gaussiaanse verdeling, die men overigens ook normale distributie noemt, getekend. Een praktisch voorbeeldje zal de belangrijkheid van deze statistische wet verduidelijken. Stel dat men bij de productie van een apparaat op een bepaalde plaats van een schema een weerstand van 1 kΩ nodig heel en dat aan deze weerstand vrij hoge tolerantie-eisen worden gesteld. Men zou dan een 0,1 % weerstand kunnen gebruiken, maar dit is een dure oplossing en bovendien is een tolerantie van 0,3 % voldoende. Men kan nu experimenteel de waarde van bijvoorbeeld 1.000 1 kΩ weerstanden met een tolerantie van 1 % gaan opmeten. Verdeelt men de gemeten waarden in een aantal intervallen van 50 Ω breed, bijvoorbeeld van 1,00 kΩ tot 1,05 kΩ enzoverder, dan kan men in een grafiek uitzetten hoeveel weerstanden er in ieder interval vallen. Dat is nu precies wat een normale distributie doet. Men kan nadien vrij eenvoudig berekenen hoeveel weerstanden er binnen de gegeven 0,3 %-tolerantie vallen en de kans bepalen hoe groot het percentage uitval zal zijn.



Figuur 10-234: Gaussiaanse verdeling.

Dergelijke statistische verschijnselen hebben meestal het typisch klokvormige verloop van een Gaussiaanse distributie.

GDI Afkorting van "Graphic Device Interface", een MicroSoft-applicatie voor het aansturen van printers en beeldschermen onder Windows. GDI is in feite geen taal, maar een interface die standaard bij Windows 3.1 wordt geleverd. Deze "Graphic Device Interface" GDI.EXE wordt bij het opstarten van Windows in het PC-geheugen geladen. Applicaties kunnen vanaf dat moment de GDI-functies aanroepen om bijvoorbeeld een grafisch object op het scherm te tekenen of af te drukken op de printer. De GDI zorgt ervoor dat deze functies worden vertaald naar commandoreeksen, die begrijpelijk zijn voor de elektronica in de grafische kaart en in de printer. De GDI weet welke grafische kaart en welke printer aanwezig zijn, dank zij de device-drivers (****.DRV) die men bij de installatie van Windows heeft opgegeven. Nu worden er bij de vertaalslag naar de printer in feite veel te veel handelingen verricht. Het zou allemaal veel sneller kunnen als er printers waren, die de functies van de GDI rechtstreeks zouden kunnen interpreteren. Dergelijke printers zijn op de markt gekomen en zijn te herkennen aan het Windows-logo dat zij van MicroSoft mogen voeren. Men kan echter nog een stap verder gaan. Moderne PC-systemen beschikken over snelle processoren en minstens 4 MB geheugen. Waarom zou men dan nog een extra processor en extra geheugen in de printer nodig hebben? Er zijn inmiddels zeer goedkope laserprinters op de markt ver-

schenen, die het volledig zonder eigen intelligente elektronica of geheugen moeten stellen. De printer "leent" die hardware van het PC-systeem als er geprint wordt. Ook nu zorgt de GDI van Windows er voor, samen met een eenvoudig stuurprogramma, dat het systeem een deel van zijn werkgeheugen als printergeheugen beschouwt en de af te drukken gegevens op inktdot-niveau in dit geheugen worden opgebouwd. Nadat een volledige pagina verwerkt is, worden deze gegevens naar het kale printmechanisme van de printer gestuurd. MicroSoft heeft het "Windows Printing System" op de markt gebracht, een software-pakket dat GDI-printers op een heel gebruikersvriendelijke manier aanstuurt. De rechtstreekse koppeling van printers aan de GDI van Windows heeft uiteraard een aantal voordelen. Omdat een heleboel rekenintensieve bewerkingen vervallen neemt de printsnelheid onder Windows behoorlijk toe. Een heleboel elektronica die in normale printers aanwezig is, kan achterwege blijven bij GDI-printers. Deze maken immers gebruik van de hardware van het PC-systeem. Omdat een GDI-printer volledig door het Windows Printing System wordt bestuurd, worden foutmeldingen van de printer in begrijpelijke taal op het beeldscherm in het WPS-venster geschreven, zie als voorbeeld figuur 10-235. GDI-printers hebben echter ook een aantal nadelen, die als zeer beperkend kunnen worden beschouwd en de marktpenetratie zeer zeker in de weg staan. Voornaamste nadeel is dat deze printers aan Windows vastzitten en zonder deze schil niets op papier kunnen zetten! Rechtstreeks printen vanuit MD-DOS is dus niet mogelijk! Niemand kan bovendien garanderen dat de GDI, die nu in gebruik is door Windows 3.1 en Windows 95, een constante factor is bij alle toekomstige nieuwe versies van Windows. Als MicroSoft zijn GDI laat vallen, dan kan men in principe niets meer beginnen met GDI-printers.



Figuur 10-235: GDI.

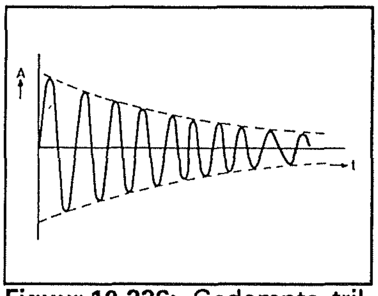
Gear Engels, vrij te vertalen door "apparatuur".

Gebruikersinterface Een software-schil die tussen het besturingssysteem van een computer en de computergebruiker staat en die het werken met het besturingssysteem veraangenaamt. Windows 3.xx en GEM zijn twee typische voorbeelden van gebruikersinterfaces. De ingewikkelde instructies van MS-DOS worden door de interface vertaald naar eenvoudige, intuïtieve handelingen, zoals het met de muis drukken op een "knopje" in een venster.

Gebruikersprogramma Een door de gebruiker uit te voeren programma, dat niet tot de standaard programmatuur van de computer behoort. Vroeger bedoelde men met een gebruikersprogramma dikwijls een zelf geschreven programma. Nu wordt meer en meer een programma voor een bepaalde taak bedoeld, dat door de gebruiker gekocht is.

Gecompenseerde schakeling Is een schakeling waarbij men bepaalde niet gewenste eigenschappen van de schakeling, bijvoorbeeld het afnemen van de versterking bij hoge frequenties, kan verbeteren door het aanbrengen van een extra netwerk.

Gedempte trilling Is een signaal waarvan de amplitude volgens een bepaald wiskundig verband daalt in functie van de tijd, als gevolg van verlies van vermogen in een schakeling. Figuur 10-236 geeft een gedempte sinusoidale trilling. Gedempte trillingen ontstaan in schakelingen, die net op het randje van oscilleren staan ingesteld. Bouwt men bijvoorbeeld een sinus-oscillator op, waarvan de versterking net onder de voor oscillatie noodzakelijke waarde is vastgelegd, dan zal deze schakeling onder normale condities niet oscilleren. Brengt men nu echter op een bepaald punt van deze schakeling een korte spanningspuls aan, dan wordt daardoor extra energie in de schakeling gepompt met als gevolg dat de oscillator even een gedempte trilling opwekt. Dit soort kritisch ingestelde oscillatoren worden onder meer gebruikt bij het elektronisch nabootsen van muziekinstrumenten.

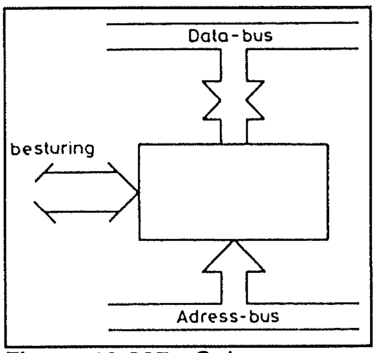


Figuur 10-236: Gedempte trilling.

Gedrukte bedrading Een methode voor het verbinden van elektronische onderdelen. Een gedrukte bedrading bestaat uit een isolerende plaat, meestal epoxy, waarop door middel van dunne koperfolie het bedradingspatroon van de schakeling wordt aangebracht. Daar waar onderdelen met dit patroon verbonden moeten worden, worden gaatjes in het epoxy geboord. Via deze gaatjes worden de onderdelen op de print gemonteerd, waarna de aansluitdraadjes of -pennen van de onderdelen op het koperen patroon worden gesoldeerd.

Gegevensbeheer Computerprogramma's waarmee elektronische gegevens beheerd kunnen worden, dus verzameld, gecatalogeerd, gewist, verenigd, etc.

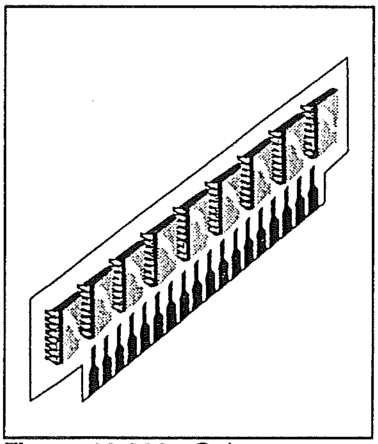
Geheugen Deel van een computer waarin data (tijdelijk) kan worden opgeslagen. Men onderscheidt volatile (vluchtig) en non-volatile (niet vluchtige) geheugens. Bij volatile geheugens gaat de inhoud verloren bij het wegvallen van de voedingsspanning. De meeste lees- en schrijfbare halfgeleidergeheugens behoren tot deze categorie. Tot de categorie niet vluchtige geheugens behoren de "oude" ringkerngeheugens en bubble memories, waarin de data magnetisch is opgeslagen. Lees- en schrijfbare geheugens, die willekeurig (via adressering) toegankelijk zijn worden vaak aangeduid met de Engelse term RAM. Een aparte categorie geheugens vormen de geheugens, die bij normaal gebruik alleen gelezen kunnen worden. Zij worden aangeduid met de Engelse term ROM. In de loop der tijd zijn diverse procédés en procedures ontwikkeld om deze ROM's door de gebruiker te laten (her-)programmeren. Afhankelijk van op mogelijkheden worden deze geheugens aangeduid met PROM, EPROM, EEPROM en Flash. Geheugens uitgevoerd in de CMOS-techniek kunnen soms schijnbaar niet vluchtig zijn. Dit komt omdat aan een geheugen een oplaadbare batterij wordt toegevoegd, die de voeding van de CMOS-geheugens dank zij de zeer geringe stroomopname gedurende langere tijd kan overnemen. Zoals getekend in figuur 10-237 wordt een geheugen gestuurd door middel van twee bussen. De data-bus bevat de informatie die in het geheugen moet worden ingelezen of uit het geheugen wordt gehaald. Hieruit volgt dat deze bus bidirectioneel is: men kan informatie in twee richtingen transporteren: van het geheugen naar een andere schakeling of van een andere schakeling naar het geheugen. Bij de meeste moderne computers is de bus vier bytes breed. Dat betekent dat de informatie onder de vorm van 32 digitale signalen wordt overgedragen en de inhoud van de informatie wordt bepaald door de combinatie van enen en nullen op deze lijnen. In de meeste gevallen wordt de informatie onder de vorm van bytes die acht bits bevatten behandeld. Er zijn in totaal 256 diverse combinaties van enen en nullen op deze acht lijnen mogelijk en dit bepaalt dan ook meteen de maximale informatie die in een cel van het geheugen kan worden opgeslagen: getallen tussen 000 en 255. Een zeer belangrijk gegeven van een geheugen is het aantal plaatsen waaruit het is opgebouwd. Iedere plaats (= geheugen-locatie) is opgebouwd uit acht flip-flop's. Zou een geheugen zijn opgebouwd uit 64.000.000 flip-flop's dan kan men maximaal 8.000.000 verschillende geheugen-locaties gebruiken. Om deze nu van elkaar te onderscheiden en informatie in en uit een bepaalde locatie te lezen gebruikt men adressen. Iedere locatie heeft een adres-nummer en er zijn zoveel adres-nummers beschikbaar als er geheugenlocaties zijn. Deze adressen worden in de vorm van een binaire code aan het geheugen aangeboden via de adres-bus. Het aantal lijnen in deze bus is uiteraard afhankelijk van het aantal adressen. Zou een geheugen uit 1.024 adressen zijn opgebouwd, dan bestaat de adresbus uit 10 leidingen. De omvang van het geheugen is dan 1.024 bytes en dit wordt afgerond tot 1 kB. De meeste geheugens in goedkope computers hebben tegenwoordig een omvang van 4 MB. Er zijn dan 32 adres-lijnen noodzakelijk om ieder adres te kunnen aanspreken. Naast de twee bussen zijn er uiteraard nog een aantal besturingslijnen noodzakelijk, die het geheugen opdracht geven naar de inlees- of uitlees-mode te gaan.



Figuur 10-237: Geheugen.

Geheugencel De meest fundamentele schakeling van een digitaal geheugen, waarin men

één bit kan opbergen. De meest voor de hand liggende oplossing voor het opbouwen van een geheugencel is uiteraard de flip-flop. Geheugens tot enige 100.000-en cellen zijn dan ook in de meeste gevallen opgebouwd uit even zoveel flip-flop's. Naast deze zogenoemde statische geheugens kent men de dynamische, die worden gebruikt bij het integreren van vele miljoenen cellen op één chip. De cel bestaat nu in feite uit niets meer dan een zeer kleine condensator, die in staat is een spanning korte tijd te bewaren. Gegevens worden opgeborgen door deze condensatoren op te laden. Natuurlijk lekt de lading in deze uiterst kleine condensatoren zeer snel weg. Vandaar dat het noodzakelijk is de lading regelmatig te verversen, hetgeen gebeurt met een zogenoemde "refresh"-cyclus.

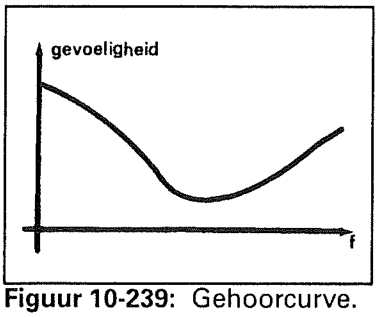


Figuur 10-238: Geheugen module.

Geheugen module Een insteekkaartje, waarmee het geheugen van moderne computers wordt samengesteld. Geheugen modules zijn tegenwoordig leverbaar met een omvang tot 4 MB onder de vorm van SIMM's, zie figuur 10-238. Deze modules hebben "edge"-connectoren die in verende contacten op het moederbord worden gestoken.

Geheugenplaats Ook geheugenlocatie genoemd, is de door de binaire code op de adresbus geselecteerde combinatie van 8 (of meerdere) flipflop's, die de inhoud van een geheugenadres bewaart.

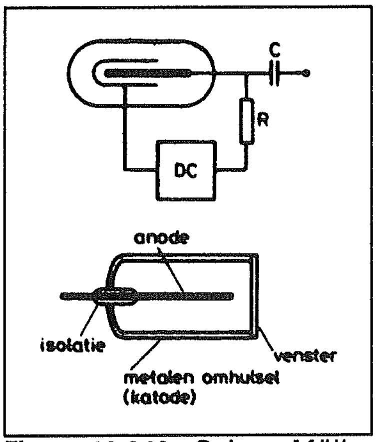
Gehoorcurve Een door de onderzoekers Fletcher en Munson opgestelde curve, die de minimale gevoeligheid van het menselijk gehoor uitzet in functie van de frequentie van de toon, zie figuur 10-239. De grafiek geeft de gemiddelde gevoeligheidscurve van het menselijke oor. Uit deze kromme blijkt dat de mens gevoeliger is voor frequenties rond de 1 kHz dan voor hoge of lage frequenties. Met andere woorden: er moet meer signaal van bijvoorbeeld 40 Hz aanwezig zijn, wil de mens dit signaal even luid horen, dan een referentie-signaal van 1 kHz. Vandaar dat goede versterkers uitgerust zijn met een zogenaamde fysiologische volumeregeling, een schakeling die het geluid van een versterker niet frequentie-onafhankelijk verlaagt, maar rekening houdt met de gehoorcurve, dus signalen met frequenties rond 1 kHz meer verzwakt dan hoge en lage frequenties.



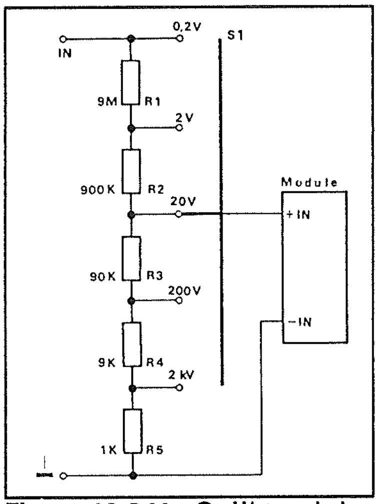
Figuur 10-239: Gehoorcurve.

Gehoordrempel Is de minimale hoeveelheid geluid, dat door het menselijk gehoor onderscheiden wordt. Hoewel deze waarde natuurlijk afhangt van de persoonlijke gesteldheid van ieder individu, heeft men toch, door duizenden experimenten, een gemiddelde waarde gevonden. Deze is afhankelijk van de leeftijd, maar ook van uitwendige omstandigheden, zoals de frequentie van het geluid en de hoeveelheid lawaai, waaraan iemand in zijn leven blootgesteld is geweest. Door een te grote dosis lawaai zal de gevoeligheid van het oor afnemen. Zie ook gehoorcurve.

Geiger Müller teller Een gasgevulde buis, ontwikkeld voor het registreren en tellen van het aantal invallende nucleaire deeltjes of energie-quanta van beta-, alfa-, neutronen- of gamma-stralen. Zoals getekend in figuur 10-240, bestaat een Geiger Müller buis uit een metalen cilinder (de kathode), aan één kant afgesloten met een voor de te detecteren deeltjes of straling doordringbaar venster. De anode is opgebouwd uit een dunne, centraal in de cilinder opgestelde draad. Legt men een grote gelijkspanning aan over de buis, dan zullen de elektronen die door de invallende nucleaire deeltjes of stralen uit de gasatomen worden losgeslagen zich naar de positieve anode begeven en de positieve ionen zullen door de kathode worden aangetrokken.
Er vloeit dus kortstondig een elektrische stroom door de buis en deze stroom wekt over de belastingsweerstand R een spanningspuls op. Door nu het aantal pulsen per seconde te tellen krijgt men een indruk van de stralingsintensiteit waaraan de Geiger Müller buis is blootgesteld.

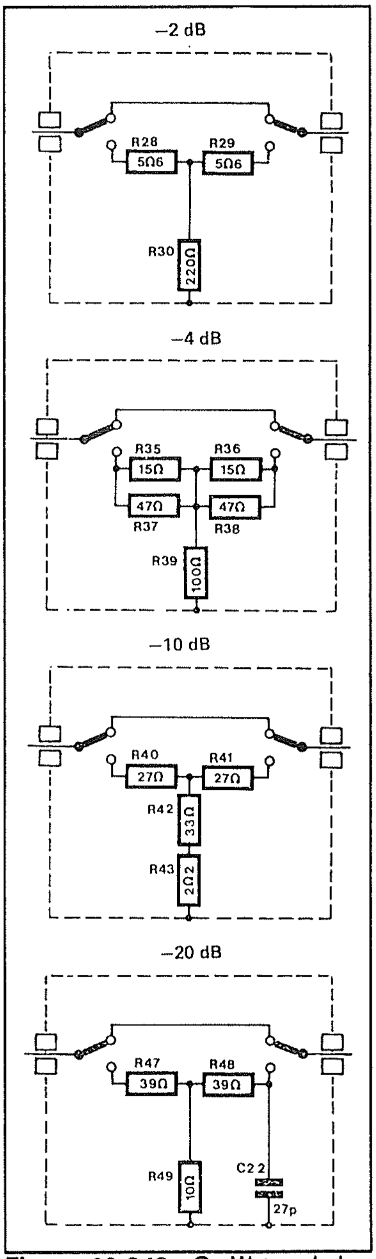


Figuur 10-240: Geiger Müller buis



Figuur 10-241: Geijkte deler (1).

Geijkte deler Een schakeling, opgebouwd uit nauwkeurige weerstanden, die het ingangssignaal met een zeer nauwkeurige factor verzwakt. Er bestaan twee soorten: delers die volgens een decimale verhouding delen en schakelingen die volgens een logaritmische verhouding delen. Geijkte delers die decimaal delen zijn zeer belangrijk in de meettechniek, zij worden immers in iedere universeelmeter en iedere oscilloscoop toegepast om het meetbereik van het instrument te kunnen instellen. De meeste decimale geijkte delers werken met deelverhoudingen van 1, 1/10, 1/100, 1/1.000, etc. Het basisschema van een dergelijke schakeling is getekend in figuur 10-241. De typische weerstandsverhouding van 1, 9, 90, 900, 9.000, etc. is karakteristiek voor dergelijke schakelingen.



Figuur 10-242: Geijkte deler (2).

In de getekende stand van de schakelaar wordt er een spanningsdeler gevormd, waarvan de totale weerstand gelijk is aan 10 MΩ en de aftakkingsweerstanden gelijk zijn aan respectievelijk 9,99 MΩ en 100 kΩ. De deler verzwakt het ingangssignaal dus met een factor 1/100. Een spanning van 20,34 V aan de ingang verschijnt op de uitgang als 0,2034 V.
Logaritmisch geijkte delers verzwakken het ingangssignaal bijvoorbeeld met 10 dB en dit natuurlijk met dezelfde nauwkeurigheid als decimale geijkte delers dat doen. Meestal worden hiervoor T-netwerken toegepast, waarvan in figuur 10-242 een aantal voorbeelden is gegeven met verzwakkingen van respectievelijk 2 dB, 4 dB, 10 dB en 20 dB. Het voordeel van deze T-netwerken is dat zij in serie geschakeld kunnen worden zonder dat zij elkaar beïnvloeden.

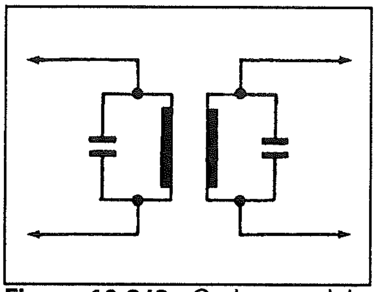
Geïntegreerde schakeling Afgekort tot IC van het Engelse "Integrated Circuit". Een volledig werkende elektronische schakeling, ondergebracht op een klein plaatje silicium. Op een dergelijk plaatje kan men weerstanden, dioden, transistoren en zeer kleine condensatoren aanbrengen. De gebruikte technieken zijn zeer divers, maar één ding hebben zij gemeen: een foto-chemische methode om de geometrie van de onderdelen en de onderlinge bedrading op het plaatje aan te brengen. Door het plaatje te voorzien van een optische lak, deze te belichten en de belichte delen weg te etsen komt het oppervlak van het silicium plaatje gedeeltelijk vrij en kan men er, via chemische of opdamptechnieken, onzuiverhe-

den in aanbrengen, waardoor de halfgeleidende eigenschappen worden geactiveerd en de componenten worden gevormd.

Geïntegreerde software Pakketten, die niet op de markt worden gebracht met één welbepaalde functie, zoals tekstverwerking, maar met zoveel mogelijk functies. Een van de bekendste geïntegreerde pakketten in "Office 97" van MicroSoft. Met dit pakket kan men alle werkzaamheden, die in een modern kantoor met de computer kunnen worden uitgevoerd, ook daadwerkelijk uitvoeren. Dus: tekst verwerken, gegevens beheren, rekentabellen maken, tekenen, telefoneren, faxen, etc.

Geissler buis De officiële benaming voor de neon-buisjes die bijvoorbeeld in een spanningzoeker zitten. Een Geissler buis is een met een bepaald edelgas gevuld glazen buisje, waarin twee kleine elektroden gesmolten zijn. Zet men een gelijkspanning over de twee elektroden, dan zal het gas gaan ioniseren en licht uitstralen met een bepaalde golflengte. De golflengte en dus ook de kleur van het uitgestraalde licht zijn afhankelijk van het gas of gasmengsel dat in het buisje is aangebracht.

Gekoppelde kringen Zijn kringen, die niet door middel van onderdelen met elkaar verbonden zijn, maar door middel van een magnetisch, elektrisch of licht veld, en waarbij energie van de ene kring op de andere wordt overgedragen. De tekening van figuur 10-243 geeft een voorbeeld van twee gekoppelde kringen, waarbij de energie-overdracht plaats vindt door middel van een magnetisch veld. Bovendien zijn deze twee kringen op elkaar afgestemd. Dat wil zeggen dat de condensatoren en spoelen zo gekozen zijn, dat ze resoneren op dezelfde frequentie. Dat heeft als voordeel dat de energie-overdracht bij die ene frequentie maximaal is en dat alle andere signalen verzwakt worden. Dergelijke kringen worden gebruikt in afgestemde versterkers in radio's en TV-toestellen.



Figuur 10-243: Gekoppelde kringen.

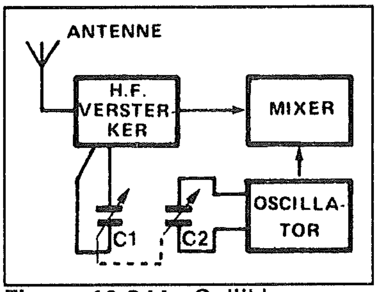
Geleidbaarheid Symbool g_m, geeft het verband tussen de drainstroom en de gate-source spanning van een FET. In formulevorm:
$g_m = \Delta i_d / \Delta u_{gs}$
De Griekse symbolen Δ (spreek uit als delta) wijzen er op dat het om de verhouding gaat van kleine stroom- en spanningsvariaties. Uit de formule volgt dat de eenheid van geleidbaarheid het inverse is van de ohm. Een van de gebruikte eenheden is dan ook de mho, maar in Europa gebruikt men ook de Siemens. In feite geeft de geleidbaarheidsfactor van een FET een indruk van de mate van versterking. Hoe groter g_m, hoe meer de stroom door de FET zal variëren bij een bepaalde, constante verandering van de spanning op de gate.

Geleider Een stof die in staat is elektrische stroom door te laten. De mate van geleiding wordt uitgedrukt door de grootheid "Weerstand" met als eenheid ohm (Ω). Fysisch bekeken hangt de mate van geleiding af van het aantal vrije elektronen, dat uit atoombanen kan ontsnappen en verantwoordelijk is voor het vloeiende van elektrische stroom door de stof.

Geleidingsvermogen Is een maat voor de goede of slechte geleiding van de elektrische stroom door een materiaal. De eenheid van geleiding is de Siemens.

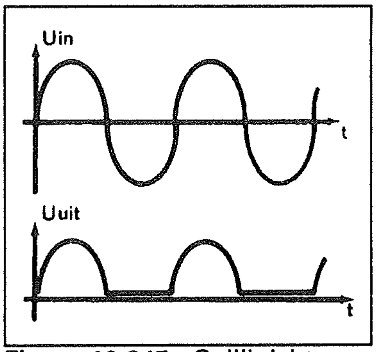
Gelijkloop Is een probleem dat optreedt, als men door middel van een dubbele regelbare condensator twee trillingskringen varieert, die niet op dezelfde frequentie zijn afgestemd. Dit probleem doet zich voor bij iedere radio, die werkt volgens het superheterodyne principe. Bij dergelijke apparaten wordt het te ontvangen signaal eerst voorversterkt in een afstembare hoogfrequente versterker. Dat wil zeggen, dat die versterker alleen het te ontvangen signaal zal versterken. Het afstemmen van die versterker gebeurt met één sectie van de afstemcondensator. Het versterkte signaal wordt in een menger gemengd met het signaal van een oscillator, zie figuur 10-244. De bedoeling is nu dat die oscillator wordt afgestemd op een frequentie, die een constant bedrag kleiner of groter is dan de frequentie van het te ontvangen signaal. Die oscillator wordt op de juiste frequentie afgeregeld met de tweede sectie van de afstemcondensator. Dat constante verschil in frequentie tussen te ontvangen signaal en signaal van de oscillator is noodzakelijk, omdat de menger een signaal opwekt met de verschilfrequentie, dat dan in de middenfrequent versterker verder versterkt wordt. De gelijkloop is

een maat voor de constantheid van het verschil tussen de te ontvangen frequentie en de frequentie van de lokale oscillator, over het volledige afstembereik van de ontvanger. In de praktijk is deze gelijkloop nooit over het volle afstembereik te realiseren. Vandaar dat allerlei truukjes bedacht worden, zoals het serie en parallel schakelen van zogenaamde padding-condensatoren aan de onderdelen van de afstemkringen. Tegenwoordig zal men natuurlijk vaak varicapdioden toepassen in plaats van draaibare condensatoren, maar hierbij doen zich identieke problemen voor.



Figuur 10-244: Gelijkloop.

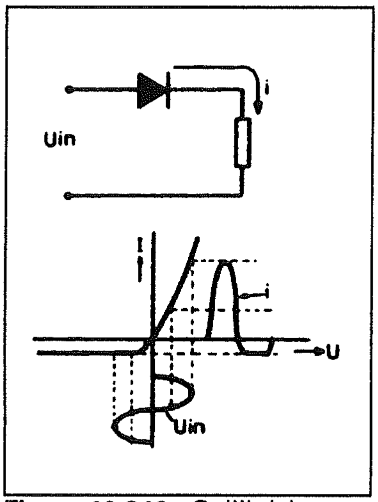
Gelijkrichten Is een proces, waarbij wisselspanning in gelijkspanning wordt omgezet. De verschillende praktische uitvoeringen van gelijkrichters zijn her en der verspreid in dit woordenboek toegelicht, vandaar dat op deze plaats wat nader wordt ingaan op het principe van gelijkrichting. Een gelijkspanning kan, maar hoeft niet, constant van waarde te zijn. De enige voorwaarde is dat de polariteit niet verandert. Een gelijkspanning kan dus gerust het ene ogenblik 10 V positief zijn en even later 3 V, als dat dan ook maar positief is. Vandaar dat de fundamenteelste vorm van gelijkrichting getekend is in figuur 10-245. De bovenste grafiek geeft een wisselspanning, met sinusoidale vorm. Deze wordt door middel van een diode gelijkgericht. Het resultaat is getekend in de onderste grafiek. Zoals blijkt is dat geen mooie constante gelijkspanning, maar het ís een gelijkspanning, omdat de polariteit gelijk blijft. De werking van alle soort gelijkrichters berust op het gegeven, dat een diode de stroom slechts in één richting geleidt, namelijk als de anode positief is ten opzichte van de kathode. De diode kan dan vervangen worden door een gesloten schakelaar. In het andere geval kan de diode voorgesteld worden door een open schakelaar.



Figuur 10-245: Gelijkrichten.

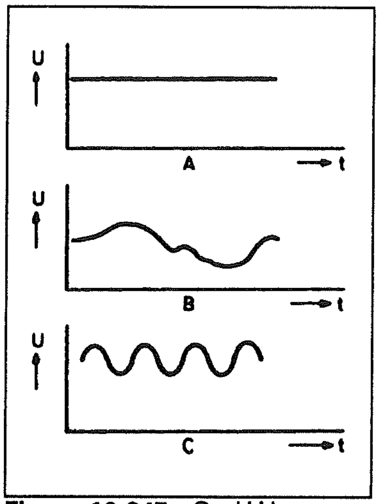
Gelijkrichter In het algemeen een schakeling die een wisselspanning omzet in een gelijkspanning. Alle gelijkrichters werken met dioden en vandaar dat het belangrijk is de fundamentele werking van een diode gelijkrichtschakeling te verduidelijken. Het fundamenteelste schema van een gelijkrichter is getekend in figuur 10-246. Een diode wordt, in serie met een belastingsweerstand, aangesloten op een wisselspanningsbron zoals de secundaire van een trafo. Een diode is een niet-lineair element, dat betekent dat het verband tussen stroom door en spanning over een diode niet lineair of recht evenredig is. De onderste grafiek van de figuur geeft de stroom-spanning karakteristiek van een diode en de werking van een gelijkrichter is helemaal terug te voeren tot de juiste interpretatie van deze grafiek. Als men veronderstelt dat de weerstand van de gesloten kring trafo-wikkeling, diode en weerstand 0 Ω zou zijn, dan staat de trafo-spanning volledig over de diode. Men kan dan ook deze sinusvormige wisselspanning tekenen rond de nulas van de spanning (U_{in}). De grafiek geeft het verband tussen de spanning over de diode en de stroom die als gevolg van deze spanning door het onderdeel zal gaan lopen. De spanning over de diode is reeds getekend: door nu ieder punt van dit spanningsverloop te projecteren op de grafiek en over te zetten naar de stroomas kan men het stroomverloop grafisch bepalen (i). Conclusie: gedurende de positieve alternantie van de spanning vloeit er een zeer grote pulsvormige stroom door de diode, gedurende de negatieve alternantie vloeit er slechts een zeer kleine lekstroom door de schakeling. Zonder weerstand in de keten zou de positieve stroom zo groot zijn dat de diode zou worden vernield. Door nu wél een weerstand in de keten op te nemen zal de schakeling gaan gelijkrichten. De pulserende positieve stroom veroorzaakt een positieve gelijkvormige spanningsval over de weerstand en deze pulserende (maar wel reeds gelijkspanning zijnde!) spanning kan door middel van condensatoren worden omgevormd tot de bekende uitgangsspanning van iedere gelijkrichter: een gemiddelde constante waarde met daarop gesuperponeerd

een rimpelspanning. Er bestaan diverse uitvoeringen van gelijkrichters: enkele alternantie (dat is de nu besproken schakeling), dubbele alternantie, Graetz-brug en Greinackerschakeling. Deze worden bij de betreffende letter besproken.



Figuur 10-246: Gelijkrichter.

Gelijkspanning Men zegt dat er tussen twee punten een gelijkspanning staat, als de polariteit van het ene punt ten opzichte van het andere steeds hetzelfde is. Er bestaat een groot misverstand over gelijkspanning: het is niet noodzakelijk dat de waarde van de grootheid constant blijft in de tijd om van gelijkspanning te spreken. In figuur 10-247 zijn enige vormen van gelijkspanning getekend. Grafiek A: geeft de bekende vorm van gelijkspanning, namelijk constant in de tijd, zoals bijvoorbeeld de spanning van een batterij met constante belasting. Grafiek B: toont een veranderlijke gelijkspanning, de waarde fluctueert onregelmatig in de loop der tijd, maar omdat de polariteit steeds positief blijft voldoet dit signaal aan de definitie van gelijkspanning. Grafiek C: geeft een pulserende gelijkspanning. De waarde varieert periodiek, maar blijft positief.



Figuur 10-247: Gelijkspanning.

Gelijkspanningsversterker Is een versterker, die naast wisselspanningen ook gelijkspanningen kan versterken. Dat wil dus zeggen dat de bandbreedte van zo'n versterker aan de lage kant begint bij 0 Hz. Gelijkspanningsversterkers worden bijvoorbeeld gebruikt bij meetapparaten, in oscilloscopen en als regelversterker in gestabiliseerde voedingen. Zij zijn niet zo eenvoudig op te bouwen met transistoren, omdat men te maken krijgt met temperatuursinvloeden. Met operationele versterkers wordt de opbouw van een DC-versterker, zoals gelijkspanningsversterkers ook worden genoemd, veel eenvoudiger.

Gelijkstroom Men zegt dat er door een bepaalde geleider een gelijkstroom vloeit, als de richting van de stroom steeds hetzelfde is.

Geluid Is een zintuigelijke waarneming die het gevolg is van het trillen van luchtmoleculen. Een trillend lichaam, bijvoorbeeld de conus van een luidspreker, brengt de moleculen van de omliggende lucht in trilling. Deze trilling plant zich onder de vorm van ***drukverschillen*** verder door de lucht en bereikt tenslotte het menselijk oor, waar zij het trommelvlies in trilling brengt. Het geluid plant zich door de lucht voort met een snelheid van ongeveer 340 m/s. De intensiteit (energie) van een geluid wordt uitgedrukt in dB, waarbij een nul-energie van 10^{-12} W/m^2 als referentie wordt gebruikt. Enige aanknopingspunten: het geluid in een rustige tuin: 30 dB; een normaal gesprek: 60 dB; energie bij de mond van een spreker: 110 dB.

Geluidskaart Een uitbreidingskaart die in de bus van een computer kan worden opgenomen en die tot taak heeft geluiden te produceren. Geluiden kunnen door een computer op drie manieren opgeslagen worden. De eerste methode is als gedigitaliseerd geluid, bijvoorbeeld als .WAV-file. Hierbij worden dezelfde principes gebruikt als bij de Audio-CD. Het analoge geluid wordt bemonsterd en de monsters worden onder seriële vorm in het .WAV-bestand opgeslagen. De geluidskaart beschikt over een DAC, waarmee de digitale monsters weer in een analoog signaal worden omgezet. De tweede methode beschrijft instructies, die aan een speciale geluidsprocessor worden aangeboden, zie aldaar. Bij de derde methode wordt gebruik gemaakt van de MIDI-standaard. Hiermee worden noten gecodeerd, die in een speciale processor weer worden omgezet in muziek. Deze laatste methode is niet geschikt voor het weergegeven van spraak, omdat MIDI alleen overweg kan met noten.

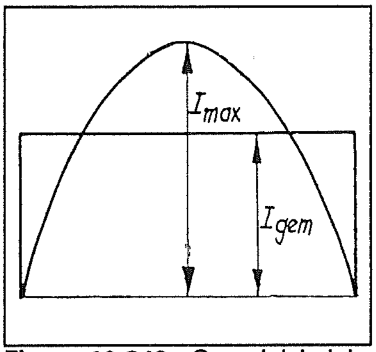
Geluidsprocessor Een speciaal IC, dat in staat is geluiden te produceren. Een geluidsprocessor bestaat uit FM-generatoren, ruisgeneratoren, spanningsgestuurde filters, spanningsgestuurde versterkers en verzwakkers en decay-schakelingen. Door het geven van speciale instructies worden deze schakelingen aangesproken en wordt kunstmatig geluid gegenereerd.

GEM Afkorting van "Graphic Envirement Manager". Een grafische gebruikersschil boven MS-DOS, bedoeld om eenvoudiger en intuïtiever met het besturingssysteem te kunnen werken. GEM, ontwikkeld door Digital Research, heeft de strijd tegen MicroSoft's Windows echter volledig verloren en wordt in de MS-DOS wereld niet meer gebruikt. GEM werd voornamelijk beroemd omdat het allereerste professioneel desk top publishing pakket voor de PC, Ventura, onder GEM werkte en omdat de versie 3.0 van GEM veel en veel stabieler was dan de eerste versies van Windows.

Gemiddelde waarde De gemiddelde waarde van een wisselspanning of -stroom is de gelijkspanning of -stroom, waarvan het oppervlak boven de nul-as dezelfde oppervlakte heeft als de kromme van de wisselspanning of -stroom, zie figuur 10-248. In deze figuur is een halve periode voorgesteld van een sinusoidaal verlopende stroom en is tevens een rechthoek getekend met dezelfde oppervlakte als de beschouwde curve. De hoogte van deze rechthoek is gelijk aan I_{gem} (of U_{gem}). Voor sinusoidale spanningen en stromen wordt de gemiddelde waarde gegevens door:

$U_{gem} = 0{,}6366 * U_{max}$

waarbij U_{max} gelijk is aan de topwaarde van de wisselspanning of -stroom.



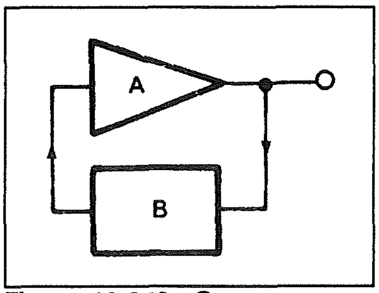
Figuur 10-248: Gemiddelde waarde.

General purpose Veel gebruikte Engelse term waarmee wordt aangegeven dat een bepaald onderdeel voor algemene toepassing is geschikt. De bekende 1N4148 diode is bijvoorbeeld een general purpose diode, omdat zij zowel voor gelijkrichting als voor detectie als voor toepassing in logische schakelingen kan worden gebruikt.

Generator In het algemeen een apparaat dat één vorm van energie omzet in een andere vorm van energie. Toegespitst op de elektronica is een generator een schakeling of een apparaat dat gelijkstroom-energie omzet in wisselstroom-energie, met andere woorden een apparaat dat uit de beschikbare voedingsspanning een wisselspanningssignaal afleidt. Er bestaan diverse soorten van generatoren. De meest bekende zijn de sinusgeneratoren, die men echter meestal aanduidt met de naam "oscillator". Daarnaast kent men blokgolf-generatoren, die een symmetrische of asymmetrische rechthoekpuls opwekken. Zijn de pulsen echt symmetrisch, dan spreekt men van vierkant-generatoren. Een derde categorie wekt zaagtandvormige signalen op, waarvan de driehoekgenerator een bijzonder geval is. De terugslag van de zaagtand duurt dan net zo lang als de zaagtand zelf. Met de algemene term "functie-generatoren" worden apparaten aangeduid die in staat zijn diverse verschillende spanningsvormen op te wekken, maar minstens sinus-, driehoek en blokspanningen. Omdat bij dit soort apparaten de sinus langs kunstmatige weg wordt gevormd (door het bewerken van een driehoek in een niet-lineaire schakeling) kan men terecht de naam "oscillator" laten vallen en spreken van sinus-generator.

Genereren Is het verschijnsel dat een schakeling, bij verbinden met de voedingsspanning, spontaan een periodieke spanning zal opwekken. Wil een schakeling kunnen genereren, dan zijn drie dingen noodzakelijk. In de eerste plaats moet de schakeling een versterker bevatten. In de tweede plaats moet de uitgang van die versterker teruggekoppeld worden naar de ingang, met tussenschakeling van een frequentiebepalend netwerk. In figuur 10-249 is de fundamenteelste vorm van een generator getekend. De terugkoppeling B moet positief zijn, dat wil zeggen dat de teruggekoppelde spanning het genereren in de hand moet werken. Hoe zal deze schakeling als generator werken? Als de schakeling met de voedingsspanning verbonden wordt, dan zal de versterker A een allegaartje van signalen aan de uitgang produceren, de zogenaamde ruis. In die ruis zit ook een signaaltje met de frequentie, waarop de generator moet genereren. Dit sig-

naaltje zal door het terugkoppelnetwerk, dat immers op die frequentie is afgestemd, teruggekoppeld worden naar de ingang van de versterker. Alle andere signalen van de ruis worden niet teruggekoppeld. Het gevolg is dat de versterker dat kleine signaaltje gaat versterken, zodat dit vergroot tussen de uitgangsruis verschijnt. Ook dit vergrote signaal wordt teruggekoppeld, wordt versterkt en verschijnt nog eens vergroot aan de uitgang. Na enige perioden zal de uitgang alleen maar een fors signaal met de door de terugkoppeling bepaalde frequentie bevatten, de schakeling genereert op die frequentie. Een generator moet aan de ***"genereervoorwaarde"*** voldoen, dat wil zeggen dat het product van versterking van de versterker en verzwakking van de terugkoppeling exact gelijk moet zijn aan een. Is dat product kleiner dan een, dan zal de generatie uitsterven, is het product groter dan een, dan zal de uitgangsspanning te groot worden en zal er vervorming optreden.



Figuur 10-249: Genereren.

Genlock Afkorting van "Generator Lock". Is een schakeling die er voor zorgt dat twee video-signalen gesynchroniseerd worden. Dat wil zeggen dat de horizontale en vertikale synchronisatie-impulsen op precies dezelfde momenten optreden. Alleen als aan die voorwaarde is voldaan, kan men de twee video-signalen met elkaar mengen.

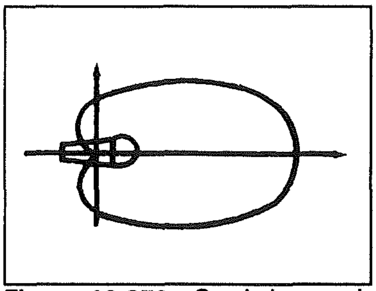
Geometrische vervorming Iedere beeldvervorming die optreedt als gevolg van asymmetrieën in de constructie van de beeldbuis.

Gepoold Een onderdeel heet gepoold als het twee aansluitingen heeft die niet willekeurig met positieve en negatieve spanningen verbonden mogen worden. Een typisch voorbeeld van een gepoold onderdeel is dus een elektrolytische condensator.

Gerber norm Een andere naam voor de Europese TV-standaard, in 1950 beschreven door de CCIR: 25 beelden per seconde, ieder opgebouwd uit 625 lijnen.

Gerichte antenne Is een antenne, die aan de zenderzijde de energie op een bepaald gebied gericht uitzendt en aan de ontvangerzijde de energie uit een bepaalde richting opvangt. Wordt gebruikt voor het ontvangen van ver afgelegen zenders of voor het vermijden van storingen, zoals reflecties.

Gerichte microfoon Is een microfoon, die niet in alle richtingen even gevoelig is. De meest bekende is de microfoon met nier-karakteristiek, waarvan de ruimtelijke gevoeligheid in figuur 10-250 grafisch is voorgesteld. Uit de figuur volgt dat de microfoon alleen maar gevoelig is voor geluidstrillingen die hem frontaal bereiken en niet gevoelig voor trillingen die hem via reflectie van de achterzijde benaderen. Gerichte microfoons worden gebruikt voor het vermijden van rondzingen en voor het uitschakelen van storende nevengeluiden.



Figuur 10-250: Gerichte microfoon.

Germanium Chemisch element nr. 32, met een atoomgewicht van 72,6. Naast selenium en silicium is het een der belangrijkste basisgrondstoffen voor de fabricage van halfgeleiders. In het begin werd vrijwel uitsluitend germanium gebruikt voor de fabricage van transistoren. Pas toen de bruikbare fabricagemethode voor silicium transistoren werd gevonden werd het gebruik van germanium minder. In zeer zuivere toestand is germanium een vrij slechte geleider. Het metaal heeft vier elektronen in de buitenste atoomschil en is op zich vrij stabiel. Als men nu het metaal verontreinigt met kleine hoeveelheden van een metaal met drie of met vijf elektronen in de buitenste atoomschil, dan zal de combinatie van beide metalen halfgeleidende eigenschappen krijgen. In de eerste situatie zijn er namelijk elektronen te weinig (men spreekt dan van het ontstaan van gaten), in de tweede situatie zijn er elektronen te veel. Deze vrije ladingsdragers (het teveel aan elektronen en het teveel aan gaten) zullen, als twee materialen worden samengevoegd, een grenslaag vormen, waaruit de halfgeleidende werking te verklaren valt. Zie ook bij "Grenslaag".

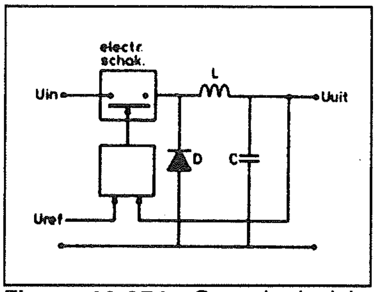
Geschakelde voeding Een vrij moderne manier voor het afleiden van een gestabiliseerde

gelijkspanning uit een grotere, ongestabiliseerde gelijkspanning. Bij het traditionele systeem wordt de ongestabiliseerde spanning aangeboden aan een meestal als emittervolger geschakelde vermogenstransistor. Deze ontvangt op de basis een regelsignaal dat er voor zorgt dat de spanning op de emitter constant blijft. Het probleem bij dit soort voedingen is dat er vrij veel vermogen verloren gaat in deze transistor. Over de transistor staat immers het verschil tussen de ongestabiliseerde en de gestabiliseerde spanning en de transistor wordt doorlopen door de door de voeding geleverde stroom. Stel dat men een uitgangsspanning van 5 V instelt, de ongestabiliseerde spanning 40 V is en de geleverde stroom 3 A. Het in de regeltransistor gedissipeerde vermogen is dan:

P = (40 - 5) * 3 = 105 W

Dit stelt grote eisen aan de koeling van de halfgeleider en bovendien is het rendement van het geheel erg laag. Bij een geschakelde voeding gebruikt men de regeltransistor als elektronische schakelaar, zie figuur 10-251. Door het regelsysteem wordt deze schakelaar een bepaalde tijd gesloten en een bepaalde tijd geopend. Door de verhouding tussen aan- en uit-tijd te variëren kan men de uitgangsspanning op iedere gewenste waarde stabiliseren. Op de emitter van de transistor ontstaat nu echter een hoogfrequente blok en deze moet door middel van diverse LC-kringen worden omgezet in een gemiddelde gelijkspanning.

Getalstelsel Een methode om op een georganiseerde manier te kunnen werken met hoeveelheden. Het in het dagelijks leven toegepast getalstelsel is het decimale, waarbij men tien symbolen heeft ontwikkeld voor het tellen van hoeveelheden: de cijfers 0 tot en met 9. Naast het definiëren van deze symbolen beschrijft ieder getalstelsel ook de regels die gebruikt kunnen worden voor het wiskundig werken met deze symbolen. Deze regels beschrijven dus hoe opgeteld, afgetrokken, vermenigvuldigd, gedeeld, etc. kan worden. Naast het decimale getalstelsel zijn er natuurlijk veel meer. In de elektronica wordt het binaire getalstelsel toegepast, waarbij slechts twee symbolen gedefinieerd zijn, namelijk 0 en 1. De regels beschrijven hoe men met deze twee symbolen hoeveelheden kan voorstellen en hoe men kan rekenen. Het decimale getal 12 kan bijvoorbeeld binair voorgesteld worden door het getal 1100.



Figuur 10-251: Geschakelde voeding.

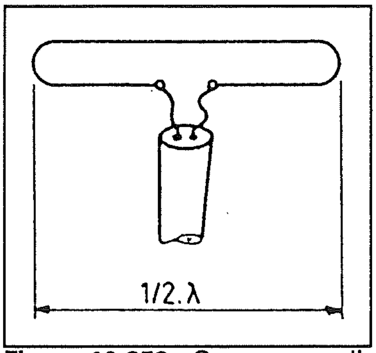
Getter Een materiaal, zoals magnesium, met een sterke chemische affiniteit tot gassen. Een klein stukje getter wordt aangebracht in het interne van een luchtledig te zuigen buis, bijvoorbeeld een TL-balk. Nadat men zoveel mogelijk gassen door middel van pomptechnieken heeft verwijderd en de buis luchtdicht is afgesloten (dichtsmelten van de evacuatie-stengel) wordt het stukje magnesium door een extern aangebracht HF-veld tot ontsteking gebracht. Bij het verbrandingsproces worden alle nog in de buis aanwezige gasmoleculen chemisch met het magnesium verbonden, zodat de buis echt luchtledig wordt. Het verbrandingsproduct, magnesiumoxide, slaat in de buis neer in de vorm van een wit poeder.

GeV Afkorting van "Giga elektronVolt", een eenheid waarmee de hoeveelheid elektrische energie wordt gemeten. Zie ook Elektronvolt.

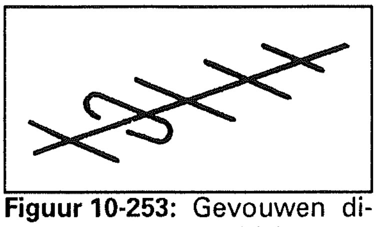
Gevoeligheid Is bij versterkers een getal, waarmee men de ingangsspanning aangeeft die nodig is voor het opwekken aan de uitgang van het maximale vermogen. Als men een versterker heeft met een gevoeligheid voor de tuneringang van 150 mV, dan zal de versterker volledig uitgestuurd worden bij een ingangsspanning van 150 mV en volledig opengedraaide volumepotmeter. Ook bij meetinstrumenten spreekt men van gevoeligheid. Bij elektronische meters duidt men met de gevoeligheid de laagste waarde aan die het instrument tot volle schaaluitslag brengt. Een millivoltmeter met een gevoeligheid van 1 mV heeft dus een bereik, waarbij de naald van de meter volledig zal uitslaan als er aan de ingang van de meter een spanning van 1 mV wordt aangelegd. Dat wil dus niet zeggen, dat men met deze meter geen lagere spanningen goed kan meten. Een spanning van 0,2 mV veroorzaakt nog steeds een naalduitslag van 20 %. Bij oude niet-elektronische meters staat de gevoeligheid voor de ingangsimpedantie van de meter. Een oude analoge universeelmeter met een gevoeligheid van 20 kΩ/V zal, op zijn

bereik 10 V, een ingangsimpedantie van 200 kΩ hebben. Hoe hoger de gevoeligheid van een universeelmeter, hoe beter, want hoe minder de meter de schakeling waarin gemeten wordt zal belasten.

Gevouwen dipool Een eenvoudige antenne, volgens figuur 10-252 opgebouwd uit een tweemaal gevouwen staaf, met een lengte die gelijk is aan de helft van de golflengte van het te ontvangen signaal. De kabel moet symmetrisch (dus geen coax) zijn en heeft meestal een impedantie van 300 Ω. Meestal gaat een gevouwen dipool vergezeld van een aantal directoren en reflectoren, die de gevoeligheid en de richtkarakteristiek van de antenne verbeteren. De reflectoren staan achter de gevouwen dipool, de directoren staan ervoor. Deze laatsten zijn altijd kleiner dan de reflectoren. In figuur 10-253 is een antenne getekend, die is opgebouwd uit drie directoren, een gevouwen dipool en een reflector.



Figuur 10-252: Gevouwen dipool (1).



Figuur 10-253: Gevouwen dipool (2).

Ghost Letterlijk vertaald, "spook". Een ghost is een tweede beeld, dat iets naar rechts verschoven op het scherm van een TV verschijnt en dat volledig identiek is aan het "echte" beeld, maar sterk verzwakt. Ghost's ontstaan door groeplooptijdverschillen in de ontvangst van een direct ontvangen TV-signaal en een tweede signaal van dezelfde zender, dat via een reflectie wordt ontvangen en dus een langere weg heeft afgelegd.

GIF Afkorting van "Graphic Interchange Format". Een door CompuServe ontwikkeld bestandsformaat voor het opslaan van grafische afbeeldingen. *.GIF-files ondersteunen slechts 256 kleuren en zijn daardoor niet zo groot. GIF is de standaard geworden voor het versturen van grafische plaatjes via het Internet.

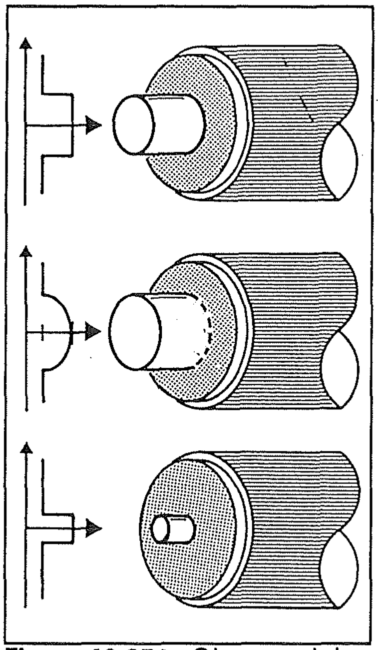
Giga Voorvoegsel, afgekort tot G, waarmee wordt aangeduid dat de eenheid met een factor 10^9 moet worden vermenigvuldigd. Voorbeeld: 1 GHz = 10^9 Hz = 1.000 MHz = 1.000.000 kHz.

Gilbert Is in het CGS eenhedenstelsel de eenheid van magnetomotorische kracht. Is tegenwoordig vervangen door de internationaal gestandaardiseerde eenheid AW/m.

Giorgi systeem Een door de Italiaanse ingenieur Giovanni Giorgi voorgesteld en in 1935 internationaal aanvaard eenheden-stelsel, dat gebaseerd is op de basis-eenheden meter, kilogram en seconde. Dit stelsel wordt daarom meestal het MKS-stelsel genoemd. Er bestaan diverse eenhedensystemen. In de praktijk gebruikt men vaak het praktische stelsel: een voorbeeld van een eenheid uit het praktische stelsel is de ohm. Zo'n eenheid is erg praktisch in het dagelijks gebruik, maar de wiskundige en theoretisch werkende onderzoeker heeft er niet zo veel aan. Die wil in de eenheid van een bepaalde grootheid iets terug vinden van de natuurkundige betekenis van de grootheid. Om dit even toe te passen op de grootheid weerstand: weerstand is spanning gedeeld door stroom, maar dat blijkt niet uit de praktische eenheid ohm. In feite zou het veel duidelijker zijn als de eenheid van weerstand de volt/ampère was. Men zou dan in één oogopslag zien wat de definitie van weerstand is. Maar zo kan men verder gaan: ook de volt en de ampère zijn praktische eenheden en zeggen niets over de fysische betekenis van de begrippen spanning en stroom. Door nu zeer consequent alle grootheden terug te herleiden tot basis-beginselen kan men de eenheden van deze grootheden uitdrukken in de basisbegrippen van het heelal: massa, lengte en tijd, met als grootheden de kilogram, de meter en de seconde. Dit Giorgistelsel is heel handig als men ingewikkelde formules moet opstellen, maar volstrekt onhandelbaar in de dagelijkse praktijk. Zo is de Giorgie-eenheid voor vermogen gelijk aan kgm^2/s^3!

Glasvezel kabel Een lichtgeleider die ontstaat door vloeibaar glas door een zeer fijne opening te persen, waardoor een uiterst dunne glazen draad ontstaat. Deze draad wordt mechanisch verstevigd en kan nadien worden gebruikt voor het transporteren van lichtimpulsen. Deze glasvezel communicatie is nu al belangrijk, maar zal in de komende decennia van steeds grotere betekenis worden. Alle telecommunica-

tie-signalen die nu nog in de vorm van elektrische signalen via koperdraden worden verzonden (analoge telefoon, smalband-ISDN, telex, kabel-TV, computer-data) zullen in de nabije toekomst onder de vorm van gemoduleerd licht via glasvezelleidingen worden getransporteerd van huis tot huis. In de afgelopen tien jaar zijn drie verschillende soorten glasvezelkabels ontwikkeld. Deze verschillen onderling in de manier waarop de kern (de core) en de mantel (de cladding) zijn samengesteld. Deze drie soorten worden genoemd: de multimodus step index kabel, de multimodus gradiënt kabel en de monomodus step index kabel. Zoals de namen reeds doen vermoeden hebben de onderlinge verschillen voornamelijk te maken met het aantal modi dat wordt toegestaan. Oftewel, met de hoeveelheid verschillende paden, die de lichtstralen door de vezels kunnen volgen. De voornaamste verschillen tussen de drie soorten vezels zijn samengevat in figuur 10-254.
De multimodus step index kabel, boven getekend, bestaat uit een vrij dikke kern met een dunne mantel eromheen. De lichtstralen hebben dus vele paden of modi om zich door de kabel voort te planten. De multimodus gradiënt kabel, getekend in het midden, heeft een kern van ongeveer 50 µm diameter met een dunne mantel. Het verschil tussen deze kabel en de eerst besproken is dat er geen abrupte overgang is tussen kern en mantel. Er is geen sprake van twee duidelijk gedefinieerde brekingsindexen, deze van de kern en deze van de mantel. Er wordt een vrij geleidelijke overgang tussen kern en mantel gerealiseerd, vandaar dat deze overgang dan ook met een gestippelde lijn is aangegeven.

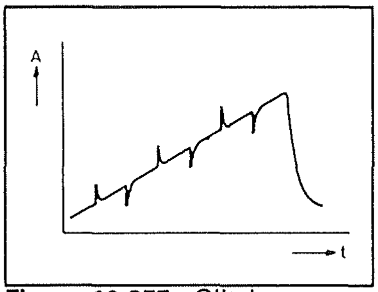


Figuur 10-254: Glasvezel kabel.

De monomodus step index kabel, getekend in de onderste figuur, heeft een zeer dunne kern van 3 µm en een dikke mantel. Het zal duidelijk zijn dat de lichtstralen nu erg weinig paden ter beschikking hebben om door de kabel te gaan. Vandaar de naam "monomodus". De core van een multimodus step index kabel is relatief dik, tussen 50 en 200 µm en vandaar is deze kabel tamelijk eenvoudig te maken. Deze verscheen dan ook als eerste op de markt. De prijs van dit soort kabels is, vanwege de eenvoudige fabricage, laag. Bovendien is het, vanwege de dikte van de core, vrij eenvoudig mogelijk om deze kabels aan elkaar te koppelen of het einde van de kabel te focusseren op de zender en de ontvanger, hetgeen nog eens een belangrijke kostenreductie met zich mee brengt. Omdat de kern dik is, kan het licht zich via zeer vele paden of modi door de kabel voortplanten, met als gevolg grote dispersievervormingen door de looptijdverschillen in de kern. De bandbreedte van dit soort kabels is dan ook tamelijk beperkt! De multimodus step index kabel wordt dan ook voornamelijk gebruikt voor het overbruggen van kleine afstanden, waarbij lage transmissiesnelheden worden toegepast. Deze kabels zijn bijvoorbeeld ideaal voor het realiseren van optisch gekoppelde computernetwerken in kleine kantoorgebouwen. De multimodus gradiënt kabel verschilt alleen in het verloop van de brekingsindex van de multimodus step index kabel. Er is nu geen sprake van een plotselinge overgang op het grensgebied tussen core en cladding, maar van een geleidelijke overgang. Men zou kunnen zeggen dat core en cladding min of meer in elkaar versmolten zijn. Het zal duidelijk zijn dat de lichtstralen zich nu niet meer via rechtlijnige paden door de kabel kunnen voortplanten. Door het graduele verloop van de brekingsindex zullen de paden min of meer sinusvormig verlopen, het zal duidelijk zijn dat het verschil in looptijd tussen de kortste weg en de langste weg nu veel kleiner is dan bij de step index kabel! De vervormingen onder invloed van looptijdverschillen zijn dus kleiner, met als rechtstreeks gevolg een veel grotere bandbreedte en een grotere transmissiesnelheid. Bovendien kunnen er langere afstanden mee worden gerealiseerd. De fabricage van de multimodus gradiënt kabel is iets ingewikkelder dan deze van de step

index kabel. De prijs is dus hoger, maar dit weegt niet op tegen de veel betere specificaties van dit soort kabels. De monomodus step index kabel is vrijwel ideaal. Het valt, ook zonder ingewikkelde fysica, wel zonder meer aan te nemen dat deze ideale situatie zich voordoet als de diameter van de kern gelijk is aan de golflengte van het licht. Nu ligt de gebruikte golflengte van het licht tussen 800 en 1.600 nm. Omgerekend naar de schaal waarin men de diameter van glasvezels meet komt dit dus overeen met diameters tussen 0,8 en 1,6 µm! Minder dan een duizendste millimeter! Het zal duidelijk zijn dat het fabriceren van een glasvezel met een kern die dunner is dan de geleidende sporen in een IC geen sinecure is. Bovendien wordt het dan natuurlijk heel problematisch om kabels aan elkaar te bevestigen. De minste of geringste afwijking in de positie van beide kernen heeft tot gevolg dat de kernen niet meer in elkaars verlengde liggen en de kabel zichzelf volledig blokkeert voor het geleiden van licht. Ondanks de immense problemen die opdoemen bij de fabricage, de aanleg en het onderhoud van dergelijke dunne vezels zijn de meeste landelijke PPT's begonnen met het aanleggen van glasvezelnetten met als basis monomodus step index kabels!

Glitch Een ongewenste stoorpuls op een elektrisch signaal. In figuur 10-255 is de uitgangsspanning van een digitaal naar analoog omvormer getekend, waar bij iedere stap een glitch ontstaat. Deze glitches zijn het gevolg van de niet oneindig kleine schakeltijden van de elektronische schakelaar in de DAC-schakelingen. Er bestaan speciale schakelingen, de zogenoemde deglitchers, die deze stoorsignalen met min of meer sukses uit het uitgangssignaal kunnen verwijderen.



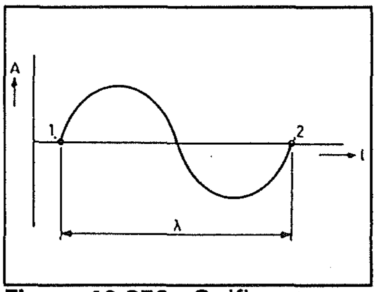
Figuur 10-255: Glitch.

GLONASS Een door de voormalige USSR-overheid opgebouwd navigatie-systeem met satellieten, dat de communistische tegenhanger vormde van het kapitalistische GPS-systeem en dat op precies dezelfde manier werkt. Zie GPS.

GMT Afkorting van "Greenwich Mean Time", de zonne-tijd op de nul-meridiaan, die toevallig door het plaatsje Greenwich in het Verenigd Koninklijk loopt. Deze tijd wordt gebruikt als referentietijd voor alle plaatsen op de aardbol.

GND De afkorting van het Engelse "ground". Met deze term wordt, meestal op het front van meetapparaten met Engelse beschrifting, de klem aangeduid die met de massa en het chassis van het apparaat verbonden is en die dus met de massa of het chassis van de andere meetapparaten verbonden moet worden.

Golflengte Een belangrijke grootheid van elektromagnetische golven. Deze golven breiden zich periodiek in de ruimte uit. De golflengte bepaalt de afstand waarover de trilling zich gedurende één periode in de ruimte voortbeweegt. In figuur 10-256 is de golfverdeling in functie van de afstand getekend en door middel van het Griekse symbool λ (uit te spreken als lambda) de golflengte gedefinieerd. In feite is de golflengte van een elektromagnetische golf te vergelijken met de periode van een elektrisch signaal.

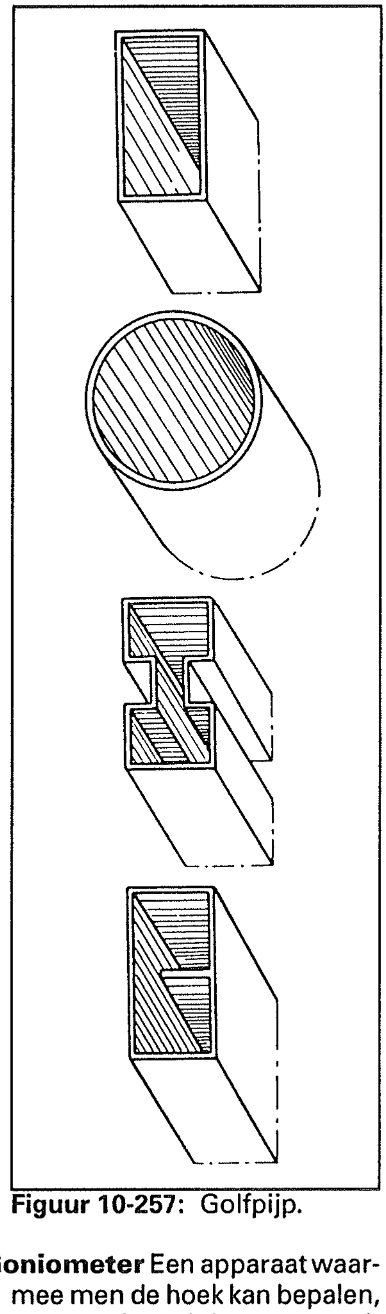


Figuur 10-256: Golflengte.

Golflengte lineaire condensator Een regelbare condensator, waarbij de platen een dusdanige vorm hebben dat er een lineair verband bestaat tussen de verdraaiings-hoek van de condensator en de golflengte van de frequentie van de LC-kring, waarvan de condensator een onderdeel is.

Golfpijp Een volledig gesloten cylindrische buis of rechthoekige pijp van een goed geleidend materiaal, die wordt gebruikt voor het transporteren van elektromagnetische golven. Golfpijpen worden gebruikt voor zeer hoge frequenties, in het gebied tussen 1.000 MHz en 1.000 GHz. Voor deze frequenties voldoen de normale hoogfrequente leidingen, zoals coax-kabel niet meer. Dit is een gevolg van het skin-effect: hoe hoger de frequentie, hoe meer het signaal de neiging heeft alleen de buitenste rand van de geleider te gaan gebruiken. Een golfpijp maakt dus gebruik van dit verschijnsel: het is in feite niets anders dan een holle geleider. In figuur 10-257 zijn een paar uitvoeringen van golfpijpen

voorgesteld. Van boven naar onder: rechthoekige golfpijp, ronde golfpijp, ridge wave guide en finger loaded waveguide.



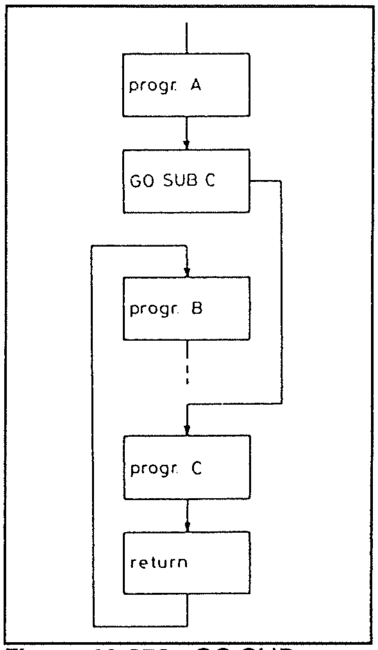
Figuur 10-257: Golfpijp.

Goniometer Een apparaat waarmee men de hoek kan bepalen, waaronder elektromagnetische straling invalt. Het apparaat bestaat uit twee draaibare onder een hoek van 90 graden gemonteerde spoelen. Staat deze constructie loodrecht gericht naar een elektromagnetische stralingsbron, dan zal in de ene spoel een minimale spanning en in de andere spoel een maximale spanning worden gegenereerd. Met een goniometer kan men ook plaatsen bepalen. De meeste radioplaatsbepalende technieken werken met richtingsgevoelige ontvangers.
Een radio-ontvanger is uitgerust met een speciale goniometer antenne. Men gaat nu op een zender afstemmen waarvan men de ligging zeer nauwkeurig op de landkaart kent. Nadien verdraait men de antenne tot het signaal het sterkst is. De zender ligt dan in de lengte-as van de goniometer antenne. Door nu deze procedure voor een aantal zenders te herhalen en telkens de richtingslijnen op de kaart uit te tekenen ontstaat een snijpunt. De ontvanger bevindt zich op het snijpunt van de lijnen.

Googol Een één gevolgd door honderd nullen, dus 10^{100}.

Goud Een metaal met atoomnummer 79 en atoomgewicht 197, symbool Au. Wordt in de elektronica gebruikt voor het vergulden van contacten, waardoor de contactweerstand gaat dalen.

GO SUB Een instructie uit de BASIC programmeertaal. Door middel van een GO SUB-instructie kan men de computer opdracht geven het uitvoeren van een programma te onderbreken en te springen naar de regel waar het GO SUB-statement naar verwijst. Zoals in figuur 10-258 is getekend zal de computer door het GO SUB-bevel na programma-blok a naar blok c springen. Een GO SUB gaat altijd samen met een RETURN. Komt de computer een RETURN-bevel tegen in blok c, dan springt de machine automatisch terug naar de eerstvolgende instructie na de GO SUB.

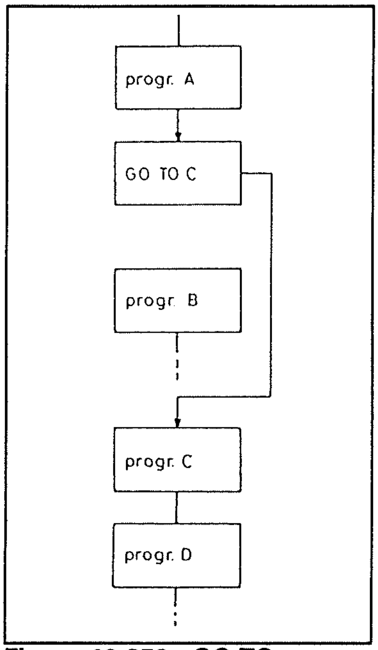


Figuur 10-258: GO SUB.

GO TO Een instructie uit de BASIC programmeertaal. Door middel van een GO TO-opdracht kan men de machine opdracht geven tot het onderbreken van het uitvoeren van een programma en tot het naar een ander deel van het programma springen. In tegenstelling tot het GO SUB-bevel gaat de computer nu niet terug naar het originele programmablok (zie figuur 10-259) maar gaat gewoon verder met het uitvoeren van het programma waar de GO TO-instructie naar heeft verwezen.

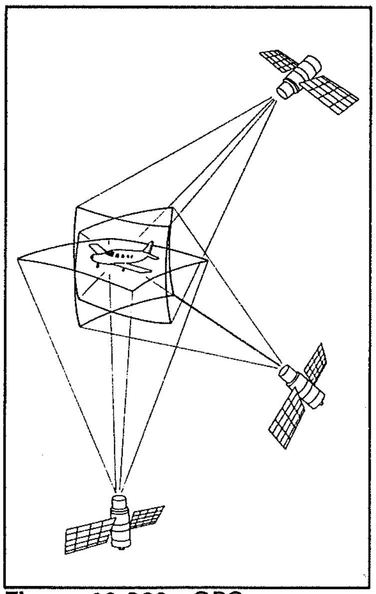
G-parameters Parameters die de werking van een transistor omschrijven onder de vorm van conductanties of geleidbaarheden. Een transistor kan voorgesteld worden door een equivalent schema, een schema opgebouwd uit alleen maar weerstanden, conductanties,

spanningsbronnen en stroombronnen. Afhankelijk van de keuze van deze elementen kan men de werking van een transistor omschrijven onder de vorm van weerstanden of onder de vorm van conductanties. In het tweede geval spreekt men dus van de G-parameters van de transistor.



Figuur 10-259: GO TO.

GPS Afkorting van "Global Positioning System", een door de Amerikaanse overheid opgezet satelliet-systeem, waarmee men in staat is de coördinaten van iedere plaats op de aarde met een nauwkeurigheid van ongeveer tien meter te bepalen. Het GPS-systeem is opgebouwd uit 24 satellieten die op ongeveer 20.000 km hoogte rond de aarde cirkelen en werd in 1993 volledig operationeel. Een GPS-ontvanger ontvangt, zie figuur 10-260, de signalen van minstens drie satellieten. De signalen die door deze satellieten worden uitgezonden worden vergeleken met het tijdsignaal van een zeer nauwkeurige interne klok. Aan de hand van de verschillen in tijdcodering tussen deze vier signalen en met de wetenschap dat elektromagnetische golven zich met een zeer nauwkeurig bekende snelheid door de dampkring verspreiden kan de GPS-ontvanger zijn positie op het aardoppervlak heel nauwkeurig berekenen. Het GPS-systeem werd in feite voor militaire toepassingen ontwikkeld en levert twee signalen af: een gecodeerd en een ongecodeerd. Het gecodeerde signaal stond tot voor kort alleen ter beschikking voor militaire NATO-toepassingen en leverde een zeer hoge nauwkeurigheid. Het niet-gecodeerde signaal stond voor iedereen ter beschikking maar was minder nauwkeurig. De Amerikaanse regering heeft het embargo op het gebruik van het gecodeerde systeem vrijgegeven, zodat iedereen tegenwoordig de grote nauwkeurigheid van het GPS-systeem kan gebruiken.

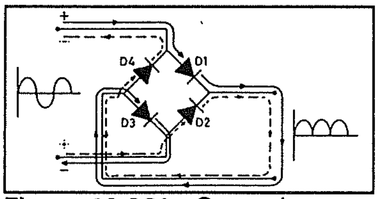


Figuur 10-260: GPS.

Graden Eenheid van fase, zie aldaar.

Gradiënt De mate waarin een veranderlijke grootheid toe- of afneemt. Heeft een bepaalde spanning een bepaalde temperatuursafhankelijkheid (een temperatuurscoëfficiënt) dan zal de temperatuursgradiënt een maat zijn voor de waardeverandering van deze grootheid per graad temperatuurswijziging. Is de gradiënt bijvoorbeeld +2 mV/°C, dan wil dat zeggen dat de spanning 2 mV stijgt voor iedere graad temperatuursverhoging.

Graetz brug De bekendste en vaakst toegepaste diodeschakeling voor het gelijkrichten van een wisselspanning. De schakeling van de Graetz brug is getekend in figuur 10-261. De dioden zijn in feite vier elektronische schakelaars, die de uitgang van de brug zo met de trafo-spanning verbinden dat het bovenste punt steeds positief is ten opzichte van het onderste punt.



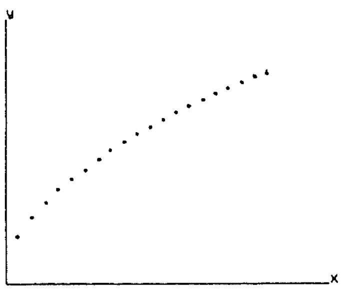
Figuur 10-261: Graetz brug.

Grafiek Een overzichtelijke tekening die aangeeft hoe één grootheid verandert in functie van de variaties van een tweede grootheid. In principe zou men deze gegevens net zo goed in de vorm van een tabel kunnen opstellen. Dit is een zeer nauwkeurige methode maar ze heeft als nadeel dat men het verband tussen beide grootheden niet in één oogopslag ziet en dat men bovendien niet kan intrapoleren. Een voorbeeld. In figuur 10-262 is een tabel getekend, waarin voor een grootheid x, varië-

rend tussen 0 en 20, de vierkantswortels y is berekend. Deze tabel is op zich zeer nauwkeurig, maar geeft geen informatie over het typische verloop van de functie y = √x. Zet men de gegevens om in een grafiek met de x-as ingedeeld tussen 0 en 20 en de y-as tussen 0 en 5, dan ontstaat een karakteristiek beeld voor de vierkantsgolf-vergelijking. Bovendien kan men nu ongeveer bepalen wat de waarde van y zal zijn voor een waarde van x die men niet berekend heeft. Men trekt een vertikale lijn uit het punt x naar de grafiek en tekent uit dat punt een horizontale lijn naar de y-as. Deze bewerking noemt men ***intrapoleren***. Bovendien kan men met een redelijke nauwkeurigheid voorspellen hoe de grafiek verder verloopt voor waarden van x die groter zijn dan 20 en men kan dus de waarde van y bepalen voor x-waarden die buiten het gemeten gebied liggen. Dit noemt men ***extrapoleren***.
De grafische voorstelling van gemeten gegevens is een zeer belangrijk hulpmiddel in de techniek voor het krijgen van inzicht in hoe natuurkundige processen verlopen.
Ook in de elektronica maakt men veel gebruik van grafieken, dit wordt toegelicht aan de hand van een paar voorbeelden. De amplitude-frequentie karakteristiek geeft het verband tussen versterking van een schakeling en frequentie van het aangelegde signaal. De stroom-spanning grafiek geeft inzicht in de werking van halfgeleiders.

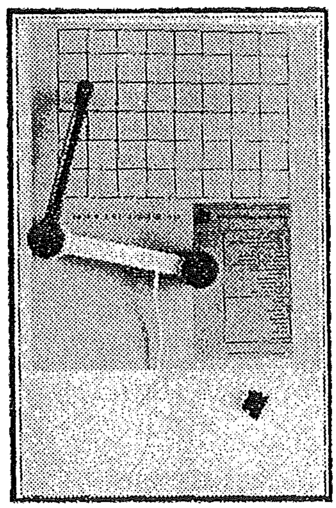
Grafiet Een zachte, poedervormige uitvoering van koolstof, dat een belangrijke grondstof is in de elektronica-industrie. Grafiet wordt gebruikt bij de fabricage van: weerstanden, als film bij koolfilmweerstand of als gesinterd materiaal bij koolcompositie weerstanden; potentiometers, als materiaal waaruit de koolbaan is opgebouwd; beeldbuizen, als laag op de buiten- en binnenzijde van de glazen wand (vorming van afvlakcondensator voor de naversnellingsspanning van enige tientallen kV); microfoons, in de vorm van korrels.

x	y = vierk. wortel x
0	0
1	1
2	1.4142136
3	1.7320508
4	2
5	2.236068
6	2.4494897
7	2.6457513
8	2.8284271
9	3
10	3.1622777
11	3.3166248
12	3.4641016
13	3.6055513
14	3.7416574
15	3.8729833
16	4
17	4.1231056
18	4.2426407
19	4.3588989
20	4.472136

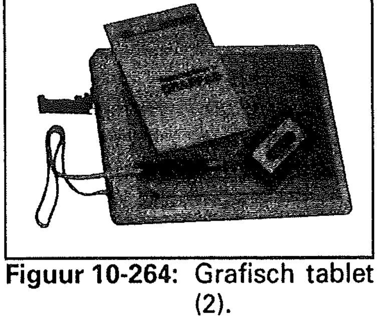


Figuur 10-262: Grafiek.

Grafisch tablet Een hardware uitbreiding voor een computer waarmee het mogelijk is tekeningen in het geheugen van de machine in te voeren door deze op het tablet met een pen of met de bedienings-as van het tablet na te tekenen. Er zijn twee systemen op de markt. Bij het eerste worden twee potentiometers aangedreven door de verplaatsing van een "arm", zie figuur 10-263, waarmee men de lijnen van de tekening volgt. Deze potentiometers wekken twee spanningen op en de grootte van deze spanningen bepaalt de plaats van de punt van de "arm". De computer zet deze spanningen om in digitale informatie. Bij het tweede systeem zijn onder het tekenvlak van het tablet twee zeer dichte patronen van dunne evenwijdige koperdraadjes aangebracht: een horizontaal patroon en een vertikaal patroon. Drukt men nu met een punt op het oppervlak van het tablet, dan zullen de twee patronen elkaar raken en zal er tussen één draadje van het horizontale en één draadje van het vertikale patroon een elektrisch contact tot stand komen (zie figuur 10-264).



Figuur 10-263: Grafisch tablet (1).



Figuur 10-264: Grafisch tablet (2).

Grafische analyse Het oplossen van wiskundige problemen door middel van grafische technieken. In de elektronica staan diverse grafische technieken ter beschikking.

Belastingslijnen, waarmee men het instelpunt van een versterkertrap grafisch kan bepalen, door het tekenen van een schuine lijn in de U_{EC}-Ic karakteristiek van een transistor.

Vector-diagrammen, waarmee men de fase-relatie tussen verschillende stromen en spanningen kan opzoeken door iedere spanning en stroom voor te stellen door een vector.

Flow-diagrammen, waarmee men computerprogramma's kan ontwerpen.

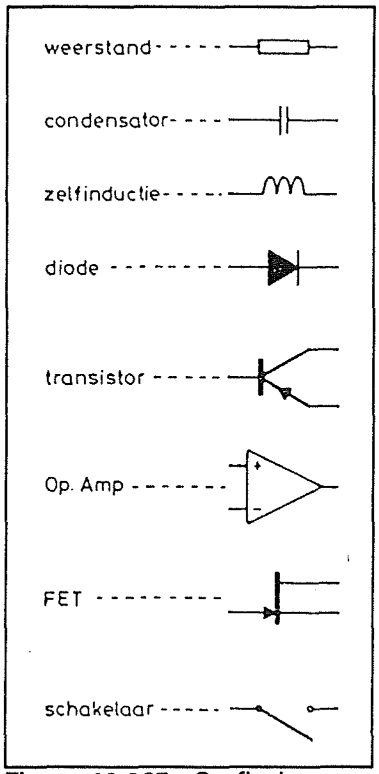
Nyquist-diagrammen, waarmee men de stabiliteit van een teruggekoppelde versterker kan beoordelen.

Bode-diagrammen, waarmee men het amplitude- en fasegedrag van een systeem kan onderzoeken in functie van de frequentie.

Karnaugh-diagrammen, waarmee men logische schakelingen kan vereenvoudigen.

Grafische kaart Een uitbreidingskaart voor een computer, die de data-signalen op de bus van het systeem geschikt maakt voor presentatie op het scherm van de monitor. Was de grafische kaart eerst een "domme" bewerker van deze signalen, tegenwoordig bevat iedere grafische kaart een groot stuk intelligentie, onder andere door de aanwezigheid van een speciale grafische processor, die in staat is volledig zelfstandig allerlei grafische instructies te interpreteren en uit te werken. De systeemprocessor wordt dan ontlast, hetgeen de snelheid van het systeem ten goede komt. Grafische kaarten zijn op dit moment zelfs in staat volledig zelfstandig MPEG-gecodeerde videostromen te decoderen en met een snelheid van 25 frames per seconde in een venster af te spelen.

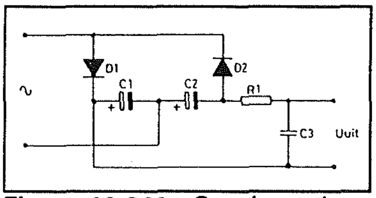
Grafische modus Een modus van computers, waarin niet alleen tekst verwerkt kan worden, maar ook grafiek op het scherm kan worden afgebeeld. Is tegenwoordig meestal de standaard modus waarin het systeem werkt. Alleen bij het openen van een DOS-venster wordt naar de tekst modus overgeschakeld.



Figuur 10-265: Grafische symbolen.

Grafische symbolen Grafische symbolen voor elektronische onderdelen zijn er te kust en te keur en het is in het kader van dit hoofdstuk natuurlijk onmogelijk om een volledige lijst af te drukken. Bovendien bestaan er diverse systemen: de DIN-symbolen, Angelsaksische tekens, Nederlandse normtekens, etc. Vaak worden deze zelfs door elkaar gebruikt, al naar gelang de eigen voorkeur van de tekenaar of ontwerper. In feite zou iedereen tegenwoordig de internationaal gestandaardiseerde IEC 117-15A symboliek moeten gebruiken. Deze is echter voornamelijk geschikt voor digitale schakelingen en biedt weinig houvast voor analoge onderdelen. In figuur 10-265 zijn de gebruikelijke symbolen voor enige vaak gebruikte analoge onderdelen voorgesteld.

Grainacher schakeling Een schakeling waarmee men uit een wisselspanning van U V een gelijkspanning van ongeveer 2*U V kan afleiden. De Grainacker schakeling is de meest bekende vorm van spannings-verdubbeling en is getekend in figuur 10-266. Bij de positieve alternantie van de wisselspanning wordt condensator C1 tot de topwaarde van de wisselspanning opgeladen via diode D1. Bij de negatieve periodehelft wordt C2 opgeladen door diode D2. Beide condensatoren staan is serie geschakeld en dus staat de dubbele gelijkgerichte trafospanning over de uitgang.

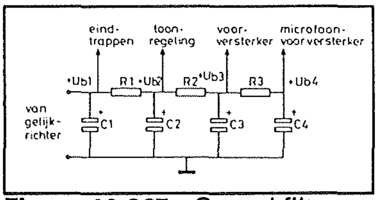


Figuur 10-266: Grainacher schakeling.

Grammofoon Een nu verouderd apparaat waarmee men platen kan afspelen. De geluidsinformatie die op de plaat is opge-

slagen zit in amplitude gemoduleerd in de wanden van een ellipsvormige groef. De grammofoon bezit een arm met een naald, die de groef aftast. De naald volgt de amplitude modulatie, gaat trillen en deze trillingen worden volgens elektromagnetische of elektropiëzo principes omgezet in wisselspanningen.

Grated filter Een uit verschillende segmenten samengesteld afvlakfilter, zie figuur 10-267, waarbij de verschillende uitgangen worden gebruikt voor het voeden van de diverse blokken uit de schakeling. De minst afgevlakte voedingsspanning $+U_{b1}$ voedt de minst gevoelige schakeling, bijvoorbeeld een eindversterker. De best afgevlakte voedingsspanning $+U_{b4}$ voedt de meest gevoelige schakeling, bijvoorbeeld een microfoonversterker.



Figuur 10-267: Grated filter.

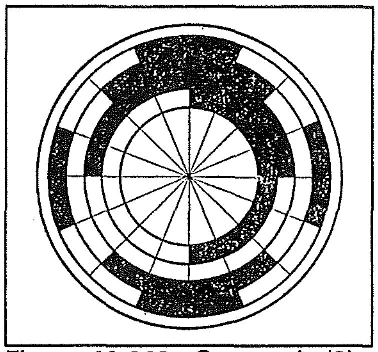
Graticule Een raster, ingeëtst in het glas van een beeldbuis of gedrukt op een zich voor het scherm bevindend glazen of plexiglazen plaatje waarmee men de aflezing kan ijken.

Gravitatie Een universele eigenschap van alle lichamen in het heelal. Volgens de traditionele fysica, geformuleerd door Newton, trekken alle voorwerpen in het heelal elkaar aan met een gravitationele kracht die recht evenredig is met het product van hun massa's en omgekeerd evenredig met het kwadraat van hun onderlinge afstand. Met deze theorie kan men de beweging van alle planeten in het zonnestelsel tamelijk nauwkeurig bepalen. Volgens de begrippen van de moderne fysica, geformuleerd door Einstein, is de gravitatie geen kracht, maar een versnelling die ontstaat doordat alle lichamen in het heelal het "raster van ruimte en tijd" vervormen. Door deze vervorming lijkt het alsof lichamen naar elkaar toegetrokken worden met een versnelde beweging. Deze revolutionaire theorie vormt de basis van de algemene relativiteitstheorie, die het denken over ruimte en tijd dramatisch heeft veranderd.

clock-puls	QA	QB	QC	QD
0	L	H	L	L
1	L	H	H	L
2	H	H	H	L
3	H	L	H	L
4	L	L	H	L
5	L	L	H	H
6	H	L	H	H
7	H	H	H	H
8	L	H	H	H
9	L	H	L	H
10	H	H	L	H
11	H	L	L	H
12	L	L	L	H
13	L	L	L	L
14	H	L	L	L
15	H	H	L	L

Figuur 10-268: Gray code (1).

Gray code Een binaire code waarbij per getelde ingangspuls slechts één uitgang van waarde verandert. De Gray code voor een vier bit teller is getekend in figuur 10-268. De Gray code wordt voornamelijk gebruikt bij zogenoemde digitale schijfcoderingen. Met een volgens figuur 10-269 gecodeerde schijf, bevestigd op een as, kan men op een eenvoudige manier hoekverdraaiïngen omzetten in een digitale code. Het voordeel van de Gray code in dit soort toepassingen is dat er nooit een verkeerde code uitgelezen kan worden, omdat er bij iedere codewisseling maar één bit van waarde verandert. Het kan dus nooit voorkomen dat door onnauwkeurigheden in de constructie van de schijf twee bits die eigenlijke op hetzelfde moment van waarde zouden moeten veranderen, dat niet doen.

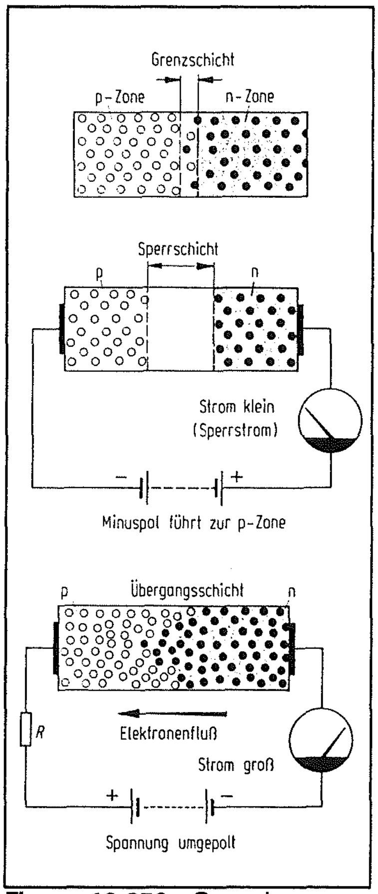


Figuur 10-269: Gray code (2).

Grensfrequentie Is die frequentie, waarbij de versterking van een versterker teruggevallen is op -3 dB onder de referentiewaarde. Meestal neemt men als referentie de versterking van signalen met een frequentie van 1 kHz. Deze versterking wordt gelijkgesteld aan 0 dB. Uit de definitie van grensfrequentie volgt dat een versterker twee grensfrequenties heeft: een aan de lage zijde en een aan de hoge zijde. Een versterker met grensfrequenties van 20 Hz en 20 kHz zal dus alle frequenties tussen deze twee waarden minder dan 3 dB verzwakken. Het verschil tussen de hoogste en de laagste grensfrequentie noemt men de bandbreedte.

Grenslaag In een kristal van halfgeleidend materiaal, voor de helft opgebouwd uit n-type en voor de helft uit p-type, ontstaat op het grensvlak van beide halfgeleiders de zogenoemde grenslaag, zie figuur 10-270. Deze laag penetreert gedeeltelijk de n-zône en gedeeltelijk de

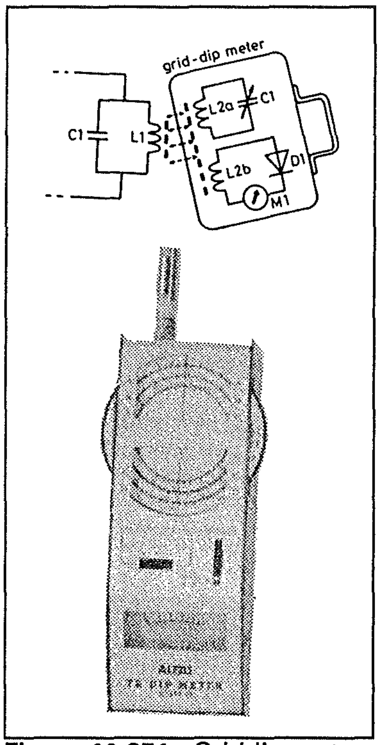
p-zône. Door het verschillend karakter van beide zônes ontstaan in de grenslaag ruimteladingen. Deze ladingen veroorzaken een potentiaalsprong over de grenslaag, die de vrije gaten uit de p-zône belet naar de n-zône te migreren en de vrije elektronen uit de n-zône belet naar de p-zône te migreren. Men kan de hoogte van de potentiaalsprong veranderen door uitwendig een elektrische verbinding aan te brengen tussen de p-zône en de n-zône van het kristal en door in deze verbinding een spanning op te nemen. Wordt de negatieve kant van de spanning verbonden met de n-zône van het kristal, dan zal de potentiaalsprong in de grenslaag afnemen en stromen gaten (positieve ladingsdragers) vanuit de p-zône naar de n-zône en elektronen in de tegengestelde richting. In dit geval is de spanning in de voorwaartsrichting aanwezig. Op deze manier kan de gelijkrichtende werking van een diode verklaard worden. Een tegengestelde externe spanning doet echter de potentiaalsprong toenemen, waarbij slechts een betrekkelijk kleine stroom gaten vanuit de n-zône naar de p-zône en een kleine stroom elektronen in de tegenovergestelde richting bewegen, doordat zij moeten komen uit gebieden waarin zij slechts in geringe mate aanwezig zijn. Bij vergroting van deze externe spanning nadert deze stroom een eindwaarde, de verzadigingsstroom genoemd. Bij zeer grote veldsterkte in de grenslaag wordt de snelheid van de doorstromende gaten en elektronen zo groot, dat door stoot-ionisatie in de grenslaag nieuwe paren elektronen en gaten gevormd worden. Dit proces verloopt bij vergroting van de spanning over de grenslaag lawine-achtig en bij een bepaalde spanning treedt doorslag op. Hierbij neemt de stroom zeer sterk toe bij een kleine verhoging van de spanning, zodat van dit effect gebruik kan worden gemaakt voor het stabiliseren van een spanning, zoals bij een zenerdiode gebeurt.



Figuur 10-270: Grenslaag.

Grid Engels voor rooster.

Griddip meter Een golflengte- of resonantie-frequentiemeter, waarbij het meetprincipe berust op het aftappen van energie van de trillingskring waarvan men de resonantie-frequentie wil opmeten. Een griddip meter bestaat uit een klein kastje, zie figuur 10-271, waarop een metertje en een draaibare condensator met geijkte schaal zijn aangebracht. Op het kastje zit een plug waarin een spoel kan worden aangebracht. Houdt men nu deze spoel in de omgeving van de spoel van een afgestemde kring, dan zal een deel van het magnetische veld afvloeien naar de spoel van de dipper. Door het verdraaien van de regelbare condensator kan men de LC-kring van de dipper afstemmen op de resonantie-frequentie van de te meten kring. Zijn beide kringen op dezelfde frequentie afgestemd, dan zal de meter een minimum of maximum aanwijzen en kan men op de schaal de resonantie-frequentie aflezen. Door het verwisselen van de spoel kan men verschillende frequentiegebieden selecteren.



Figuur 10-271: Griddip meter.

Groepenlooptijd Doordat elektronische schakelingen niet tijdloos werken zal er een tijd-

verschil ontstaan tussen het ingangssignaal en het uitgangssignaal. Dit verschijnsel heet de groepenlooptijd. De groepenlooptijd, voorgesteld door Θ (de Griekse letter thèta), is afhankelijk van de fasekarakteristieken van de schakeling. Indien de fase-karakteristiek lineair verloopt in functie van de frequentie zal de groepenlooptijd constant zijn.

Grondgolf De grondgolf van een periodiek signaal is het sinussignaal dat dezelfde frequentie heeft als het periodiek signaal.

Grootheid Benaming voor een typisch verschijnsel of eigenschap. Stroom, spanning, lading, weerstand, etc. zijn diverse in de elektronica voorkomende grootheden. Een grootheid wordt gedefinieerd door een symbool (bijvoorbeeld I voor stroom) en een eenheid (ampère voor stroom) waarmee men de waarde van de grootheid kan aangeven.

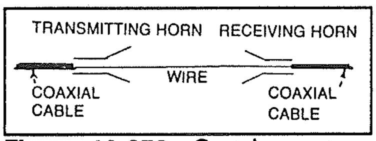
Groove Amerikaanse benaming voor de spiraalvormige schijnbare groef die ontstaat door alle putjes in het oppervlak van een CD met elkaar te verbinden.

Ground Engelse benaming voor de aarde of de massa van een schakeling, afgekort tot GND.

Grove cel Een elementaire spanningscel, waarvan de anode bestaat uit platina en de kathode bestaat uit zink. Het elektrolyt is een mengeling van zwavelzuur en salpeterzuur.

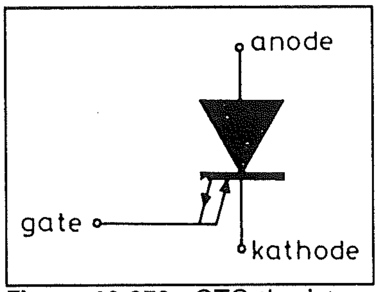
GSM Afkorting van "Global System for Mobile communications". Een van de vele in omloop zijnde systemen voor digitale draadloze telefonie.

G-string antenne Een verbindingssysteem tussen microgolf zender en ontvanger, opgebouwd uit een zeer dunne draad (zie figuur 10-272) die aan weerszijden door een hoorn-antenne wordt afgesloten. De hoorns zijn via coaxiale kabels verbonden met de zender en de ontvanger.



Figuur 10-272: G-string antenne.

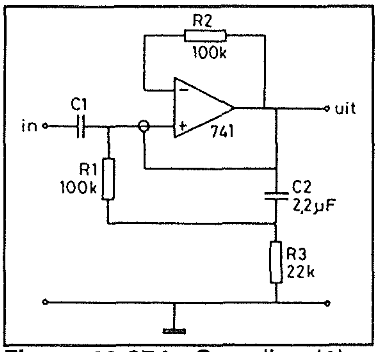
GTO thyristor Afkorting voor "Gate Turn Off"-thyristor. Een verbeterde versie van de bekende thyristor-halfgeleider, waarbij de voordelen van de thyristor worden gecombineerd met de voordelen van transistoren. Zoals bekend kan men een gewone thyristor via de gate alleen maar aanschakelen. Wil men het onderdeel naar sper sturen, dan moet men de stroom onder een minimale waarde (de houdstroom) laten dalen. Zoals de naam reeds doet vermoeden, kan men een GTO-thyristor wél uitschakelen via de gate en wel door het gedurende een korte tijd aanleggen van een tamelijk grote negatieve spanning. Voor het type BTW58 van Philips is de turn off spanning gelijk aan -15 V. Door deze eigenschap wordt het toepassingsgebied van thyristoren belangrijk uitgebreid. Het symbool van een GTO-thyristor is voorgesteld in figuur 10-273.



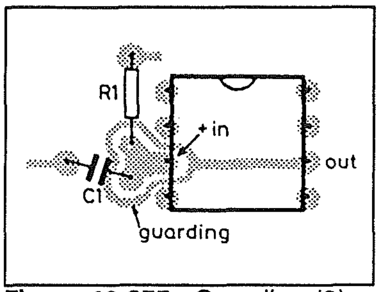
Figuur 10-273: GTO-thyristor.

Guarding Een techniek die gebruikt wordt voor het realiseren van schakelingen met een zeer hoge ingangsimpedantie. Zoals bekend kan men door middel van een als spanningsvolger geschakelde operationele versterker zeer hoge ingangsimpedanties bereiken. Is dat echter niet voldoende dan kan men door het toepassen van bootstrap-technieken (zie aldaar) de ingangsimpedantie nog eens met een factor 10 verhogen. De ingangsimpedantie van de schakeling wordt dan echter niet meer bepaald door de eigenschappen van de elektronische schakeling, maar door allerlei ongewenste effecten, zoals lek via de print, luchtvochtigheid, vervuiling van het printoppervlak, etc. Door middel van guarding kan men deze ongewenste impedantieverlaging tegen werken. Bij guarding gaat men het meest gevoeligste punt van de schakeling (bij het schema van figuur 10-274 de positieve ingang van de op-amp) omringen door een gesloten lus, die op dezelfde spanning staat als dat gevoelige punt, maar waarvan de impedantie veel en veel lager is. In het getekende voorbeeld komt dit er op neer dat men bij het ontwerpen van de print (zie figuur 10-275) de uitgang van de operationele versterker (deze staat immers op hetzelfde potentiaal als de positieve ingang maar heeft een impedantie van slechts enige honderden mΩ) verbindt met een rond de positieve ingang aangebrachte koperen ring. De genoemde externe factoren hebben nu geen invloed meer op de ingangsimpedantie omdat zij parallel staan aan de relatief lage weerstand R1. Ook paracitaire capaciteiten tussen de ingang en de massa zijn door het

toepassen van guardingtechnieken bij het ontwerpen van de print tegen te werken.



Figuur 10-274: Guarding (1).



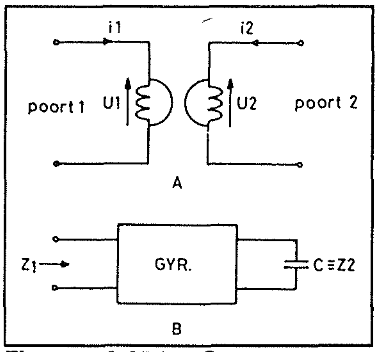
Figuur 10-275: Guarding (2).

Gudden Pohl effect Het verschijnsel dat sommige fosforen die met ultraviolet licht bestraald worden opeens zichtbaar licht gaan uitzenden als zij, onder deze condities, worden blootgesteld aan een elektrisch veld.

GUI Afkorting van "Graphic User Interface", een bedieningsschil die tussen het fundamentele besturingssysteem van een computer en de gebruiker zit. Met de GUI worden de voor een leek meestal onbegrijpelijke commando's van het besturingssysteem vertaald naar intuïtieve handelingen in een grafisch vormgegeven venster, die meestal via de muis uitgevoerd kunnen worden. Typische voorbeelden van GUI's zijn GEM en Windows.

Gunn effect Het fysische verschijnsel dat er in een stuk gallium-arsenide type-n halfgeleider hoogfrequente oscillaties ontstaan, als dit stukje materiaal wordt onderworpen aan een elektrisch veld. Deze eigenschap wordt gebruikt bij het ontwerpen van hoogfrequent oscillatoren met Gunndioden.

Gyrator Een schakeling waarmee men de aard van een impedantie kan omvormen. Zoals men weet bestaan er resistieve, capacitieve en inductieve impedanties. De eerste soort gedraagt zich als een weerstand (impedantie niet afhankelijk van de frequentie), de tweede als condensator (impedantie daalt met stijgende frequentie) en de derde als spoel (impedantie stijgt met stijgende frequentie). Door middel van een gyrator kan men nu bijvoorbeeld een capacitieve belasting omzetten in een inductieve en vice versa. Het symbool van een gyrator is getekend in figuur 10-276. Let op de primaire en secundaire aansluitingen, die poorten worden genoemd. Het element gedraagt zich als een soort transformator, met dit verschil dat de primaire stroom een secundaire spanning opwekt en de primaire spanning en secundaire stroom. In formule-vorm:
$i_2 = g * u_1$
$i_1 = g * u_2$
De factor g noemt men de gyrator-constante. Stel nu dat men, zoals in de onderste figuur getekend, aan de secundaire poort een condensator C aansluit. De impedantie daalt als de frequentie stijgt. Men kan nu berekenen hoe groot de aan de primaire poort van de gyrator gemeten impedantie is en wat voor type impedantie dat is. De primaire impedantie is gelijk aan het product van primaire spanning gedeeld door primaire stroom (wet van Ohm!). Met kan uit de eerst gegeven formules afleiden dat deze impedantie gegeven wordt door:
$Z_1 = k / Z_2$
waarin k staat voor de constante factor $1/g^2$. Met andere woorden: de impedantie die men aan de primaire poort van de gyrator meet is het omgekeerde van de aan de secundaire poort aangesloten impedantie! In formule-vorm:
$Z_1 = k * f * 2 * \pi * C$
Als men in deze formule de frequentie f laat stijgen stelt men vast dat de waarde van Z ook stijgt. De primaire impedantie gedraagt zich dus inductief! Door het aansluiten van een condensator op de secundaire poort van de gyrator gaat de schakeling zich gedragen als een spoel. Dit opent interessante perspectieven. Het is heel moeilijk spoelen met grote zelfinductie te fabriceren. Bovendien hebben grote spoelen een aantal zeer slechte eigenschappen. Met behulp van een capacitief belaste gyrator kan men dit soort grote zelfinducties op een zeer eenvoudige manier elektronisch nabootsen.



Figuur 10-276: Gyrator.

H

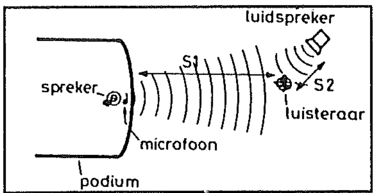
h Afkorting van hecto, zie aldaar.

H In de Europese codering voor halfgeleiders staat H, als tweede letter gebruikt, voor een diode die gevoelig is voor magnetische velden.

H Afkorting van Henry, zie aldaar.

H2H Afkorting van "Host To Host", een verbinding tussen twee computers.

Haas-effect Het verschijnsel dat van twee of meer kort na elkaar bij een luisteraar aankomende geluidsimpulsen, die verwant zijn aan elkaar, de richting van waaruit de eerste afkomstig is bepalend is voor de schijnbare richting van waaruit de totale geluidsindruk wordt waargenomen. Met verwante geluidsimpulsen wordt bijvoorbeeld bedoeld hetzelfde signaal, maar afkomstig van twee verschillende bronnen. Het Haaseffect is zeer belangrijk bij geluidsversterking in grote ruimtes. In figuur 10-277 is een zaal getekend, waarin een spreker op het podium in een microfoon spreekt en het versterkte geluid door middel van een achter in de zaal geplaatste luidspreker wordt weergegeven. Zit nu een toehoorder dichter bij de luidspreker dan bij de spreker, dan zal voor deze luisteraar het geluid niet van het podium afkomstig lijken, maar van de plaats waar de luidspreker staat, ook als dit laatste signaal een kleinere sterkte heeft dan het rechtstreeks van de spreker afkomstige geluid. De afstand s2 is immers kleiner dan de afstand s1 en de geluidsgolven van de luidspreker bereiken dus iets eerder de toehoorder dan het door de spreker rechtstreeks uitgestraalde geluid. Dit Haaseffect kan zeer vervreemdende situaties doen ontstaan. Vandaar dat het noodzakelijk is tussen de microfoon en de geluidsversterker die de luidspreker stuurt een vertragingsketen, zoals een digitale nagalm, op te nemen. De vertraging van deze keten wordt nu zo ingesteld, dat het rechtstreekse geluid van de spreker eerder het oor van de luisteraar bereikt dan het versterkte signaal. Het lijkt dan alsof ook het door de luidspreker weergegeven versterkte signaal uit de richting van de spreker komt. Zeker bij het opbouwen van grote geluidssystemen in bijvoorbeeld stadions is het zeer belangrijk alle luidsprekers door middel van goed berekende vertragingskringen van signaal te voorzien.



Figuur 10-277: Haas-effect.

Hacker Een computergebruiker/ster die computerbeveiligingen probeert te kraken om met voorbedachte rade schade aan te richten, informatie te stelen of in het gunstigste geval de netwerkbeheerder er op attent te maken dat zijn systeembeveiliging niet waterdicht is.

Hagelruis Is een verschijnsel waardoor over onderdelen, die doorlopen worden door een gelijkstroom, naast een gelijkspanning, die een gevolg is van de wet van Ohm, ook een zeer kleine wisselspanning wordt opgewekt. De wisselspanning, die men de hagelruis noemt, is een gevolg van het feit dat de stroom door een onderdeel niet continu (dus als het ware zonder schokken) varieert, maar schoksgewijs. Dat heeft te maken met het feit dat stromen worden veroorzaakt door de bewegingen van elektronen door het materiaal en dat deze elektronenbewegingen onder de invloed van allerlei invloeden schoksgewijs plaats vinden. Het gevolg is dus een kleine, zeer grillig verlopende wisselspanning, waar signaaltjes van zeer uiteenlopende frequenties in zitten en die hagelruis wordt genoemd.

HAL Afkorting van "Hardware Application Layer".

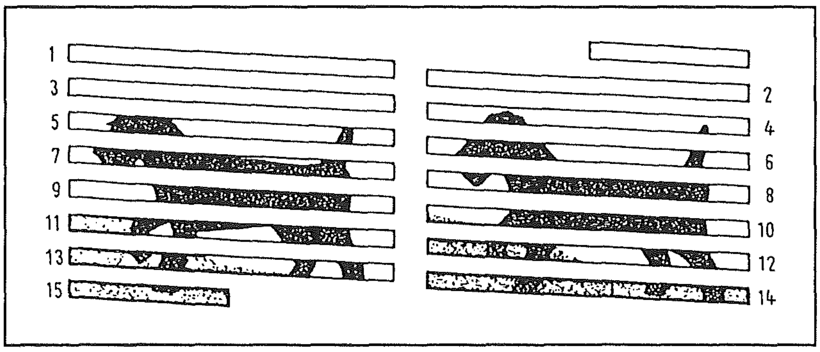
Half adder Is een digitale schakeling, die in staat is twee digitale signalen (dat zijn dus signalen die alleen maar "L" of "H" kunnen zijn) bij elkaar op te tellen. Het specifieke van een half adder is dat hij niet in staat is rekening te houden met een eventuele overdracht (carry) van een vorige opteller, of dergelijke overdracht zélf op te wekken. Een half adder is te vergelijken met een schakeling die normale tiendelige cijfers zou optellen, en als resultaat van de som 5 + 7 alleen maar 2 als antwoord zou geven. Naast de half adder heeft men zogenaamde full adders, die wel rekening houden met overdrachten van een vorige teller en ook in staat zijn overdrachten te leveren aan de volgende teller.

Halfbeeld Bij televisie volgens de Europese PAL-norm wordt een beeld opgebouwd uit 625 horizontale lijnen. Deze worden van links naar rechts over de beeldbuis geschreven. Deze lijnen worden echter niet in één proces onder elkaar geschreven, maar ingedeeld in twee halve beelden. Het ene halfbeeld bevat de even lijnen, het volgende halfbeeld de oneven lijnen. Ieder halfbeeld wordt een "raster" genoemd. Beide

halve beelden worden in elkaar gevlochten, zodat door de traagheid van het menselijke oog de indruk ontstaat dat er per twee opeenvolgende halve beelden van 312,5 lijnen één volledig beeld van 625 lijnen wordt geschreven. Dezelfde traagheid heeft als resultaat dat de 50 halve beelden per seconde als een redelijk flikkervrij verschijnsel op het scherm worden ervaren.
In figuur 10-278 wordt het schrijven van de twee halfbeelden toegelicht. Met opzet wordt "redelijk flikkervrij" geschreven, omdat in feite de beeldherhalingsfrequentie te laag is om op de moderne grote schermen een stabiel beeld te verkrijgen. Vandaar dat de nieuw ontwikkelde semi- of volledig digitale TV-systemen werken met een beeldherhalingsfrequentie van 100 Hz, de zogenaamde "enhanced resolution". Het proces van 2 x 25 halve beelden op het scherm schrijven noemt men het "interliniëren" van het beeld en dit is een van de belangrijkste eigenschappen en tevens een van de voornaamste beperkingen van het analoge TV-systeem, zoals zich dat in de loop der tijden ontwikkeld heeft. De eerste lijn met nummer 1 van het eerste halfbeeld start in de linker bovenhoek van de beeldbuis. De laatste halve lijn van dit halfbeeld (hier voor de eenvoud voorgesteld met nummer 15) eindigt in het midden van de onderste rand van de beeldbuis. Nadien worden de drie elektronenstralen (rood, groen en blauw) onderdrukt en zeer snel naar boven gestuurd, zodat het volgende halfbeeld start met een halve lijn, die van het midden van de bovenste rand van de beeldbuis naar de rechter rand wordt geschreven. De laatste lijn van het tweede halfbeeld eindigt in de rechter onderhoek van het scherm. Vandaar worden de drie elektronenstralen weer zeer snel naar de linker bovenhoek van het scherm gestuurd en kan het proces zich herhalen. Er worden dus 50 halve beelden per seconde uitgezonden, die ieder bestaan uit 312,5 horizontale lijnen. Een lijn wordt bijgevolg in 64 µs geschreven, een halfbeeld neemt 20 ms in beslag. De herhalingsfrequentie van een lijn is dus gelijk aan 15.625 Hz, die van het beeld bedraagt 50 Hz. Beide frequenties zijn zeer belangrijk, omdat in iedere TV-ontvanger oscillatoren aanwezig zijn die op deze frequenties werken. Deze oscillatoren verzorgen de horizontale en verticale afbuiging van de elektronenstralen en zorgen ervoor dat de aftasting van het beeld in de TV-camera synchroon verloopt met de beeldopbouw in de TV-ontvanger.

Half duplex Gegevensoverdracht over één lijn in één richting, waarbij de richting kan worden omgeschakeld. De twee deelnemers moeten dus afwisselend optreden als zender of als ontvanger.

Halfgeleiders Stoffen waarvan het elektrisch geleidingsvermogen ligt tussen dat van metalen en dat van isolatoren. Deze grens is echter niet zo scherp te trekken. De mate van geleiding van een stof wordt bepaald door het aantal vrije elektronen in de atoomstructuur van de stof. Geleiders hebben een groot aantal vrije elektronen, isolatoren hebben er nauwelijks. Halfgeleiders zitten daar ergens tussenin. Door nu bepaalde stoffen (verontreinigingen) aan halfgeleiders toe te voegen (het zogenoemd doteren van de halfgeleiders) kan men de geleidende eigenschappen van de stof aanpassen aan de gewenste toepassing. Men kan stoffen toevoegen waardoor het aantal vrije elektronen toeneemt en dus ook de geleidbaarheid, anderzijds kan men stoffen toevoegen waardoor de geleidbaarheid daalt. Belangrijkste in de elektronica gebruikte halfgeleidende stoffen zijn germanium, silicium en gallium-arsenide. Een belangrijke fysische eigenschappen van halfgeleiders is dat de soortelijke weerstand daalt als de temperatuur stijgt. Bij metalen is dat net andersom. Een koude gloeilamp bijvoorbeeld heeft een veel lagere weerstand dan dezelfde gloeilamp in opgewarmde toestand.
Deze negatieve temperatuurscoëfficiënt heeft enige zeer belangrijke gevolgen, zoals bijvoorbeeld het ontstaan van



Figuur 10-278: Halfbeeld.

"hot spots" (zie aldaar) in vermogens-transistoren.

Halfgeleider codering In de Europese "Pro Electron" codering worden halfgeleiders gecodeerd met twee letters en drie cijfers (bijvoorbeeld BC107) volgens het onderstaande systeem:

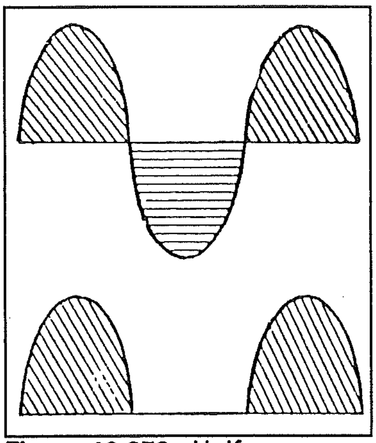
Eerste letter van de code:
A: Germanium
B: Silicium
C: Gallium Arsenide
D: Indium Antimonium
R: Materiaal met lichtgevoelige of magneetgevoelige eigenschappen

Tweede letter van de code:
A: Diode
B: Varicap
C: LF signaal transistor
D: LF vermogen transistor
E: Tunneldiode
F: HF signaal transistor
G: Halfgeleiders voor generator-toepassingen
H: Magneet-gevoelige halfgeleider
L: HF vermogen transistor
P: Fotogevoelige halfgeleider
S: Schakeltransistor
T: Schakelbare diode
U: Vermogen schakeltransistor
Q: LED
X: Frequentievermenigvuldiger
Y: Vermogen gelijkrichter
Z: Zenerdiode

De drie cijfers die op de twee letters volgen hebben geen functionele betekenis.
Na de drie cijfers volgen bij sommige transistoren nog de letters A, B of C. Deze definiëren de versterkingsfactor van de transistor:
A: 100 tot 260
B: 240 tot 500
C: 450 tot 900

Half vermogen punt Is het punt op een amplitude/frequentie-karakteristiek, waarbij het corresponderende vermogen met 3 dB gezakt is onder de maximale waarde die in de karakteristiek voorkomt.

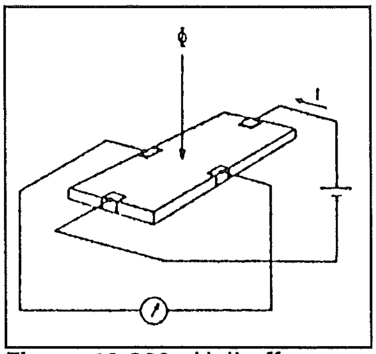
Half wave Een sinussignaal, waarvan middels gelijkrichting alleen de positieve of de negatieve halve perioden zijn overgebleven. In figuur 10-279 is in de bovenste grafiek een sinus getekend en in de onderste grafiek de positieve half wave van dit signaal.



Figuur 10-279: Half wave.

Hall-effect Een fysisch verschijnsel dat optreedt in dunne lagen metaal of in sommige halfgeleiders. Stuurt men, zoals geschetst in figuur 10-280, een gelijkstroom I in de lengterichting door het materiaal en brengt men loodrecht op de stroomrichting een magnetisch veld Φ aan, dan zal er tussen de lange zijden van de stof (dus loodrecht op zowel de stroom- als de magneetveldrichting) een kleine spanning ontstaan. De grootte van deze Hall-spanning is afhankelijk van de grootte van de stroom en van de grootte van het magnetisch veld. Vaak wordt het materiaal indium-arsenide gebruikt in op het Hall-effect gebaseerde onderdelen.

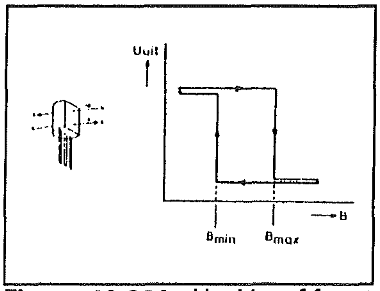
Hall-effect schakelaar Een meestal in een normale kunststof transistorbehuizing ondergebrachte en volgens het Hall-effect (zie aldaar) werkende analoge geïntegreerde schakeling, die wordt gebruikt voor het opbouwen van contactloze schakelaars. De schakeling is in staat de aanwezigheid van een magnetisch veld te detecteren en levert een uitgangsspanning als de grootte van dit veld een bepaalde waarde overschrijdt. Door nu een klein permanent magneetje te koppelen aan een schakelaartoets en dit magneetje door het drukken op de toets van en naar de Hall-schakelaar te verplaatsen kan men een ideale schakelaar opbouwen. Er zijn immers geen mechanische contacten aanwezig en typische kwalen van mechanische schakelaars, zoals vervuiling, het opwekken van contactdender en veroudering komen niet voor. Bovendien zijn de meeste in de handel zijnde Hall-effect schakelaars uitgerust met een ingebouwde Schmitt-trigger (zie figuur 10-281) waardoor het al dan niet aanwezig zijn van een magnetisch veld ondubbelzinnig wordt gedetecteerd.



Figuur 10-280: Hall-effect.

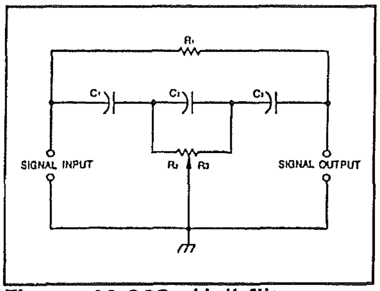
De uitgangsspanning van het IC is "H" zolang de door het IC vloeiende magnetische krachtlijnen B een lagere waarde hebben dan B_{max}. Overschrijdt de inductie deze waarde, dan wordt de uitgangs-

spanning van de schakeling "L". De inductie moet nu echter dalen tot de veel lagere waarde B_{min} alvorens de schakeling weer naar de "H"-situatie omschakelt.



Figuur 10-281: Hall-effect schakelaar.

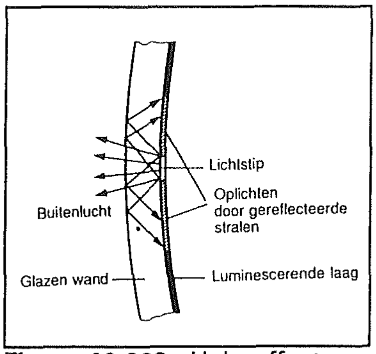
Hall-generator Andere benaming voor de onder het woord "Hall-effect schakelaar" beschreven geïntegreerde schakeling.



Figuur 10-282: Hall-filter.

Hall-filter Een bandsper filter opgebouwd volgens de structuur van figuur 10-282 en met als groot voordeel dat de centrale frequentie van het filter kan worden afgestemd door het verdraaien van slechts één potentiometer R2/R3. Bij de meeste bandsper filters moet men minstens de waarde van twee componenten (men kiest uiteraard steeds weerstanden uit omdat potentiometers redelijk goedkoop zijn) tezelfdertijd variëren voor het wijzigen van de centrale frequentie van het filter. De geringste afwijking in de waarde van deze onderdelen (potentiometers hebben onderling vrij grote tolerantie op de verhouding tussen weerstandswaarde en verdraaiingshoek!) heeft een grote aantasting van de karakteristieken van het filter tot gevolg. Door de enkele weerstandafstemming heeft het Hall-filter hier geen last van.

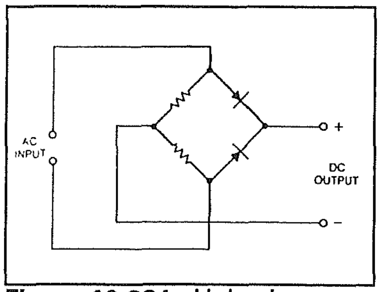
Halo-effect Het verschijnsel dat een pixel op een beeldscherm, getroffen door een elektronenstraal, nooit een mooi scherp lichtpuntje genereert, maar altijd een vrij wazige vlek. De licht uitstralende pixel zendt licht in alle richtingen uit. Lichtstralen die onder een bepaalde hoek op het grensvlak tussen glas en lucht vallen worden in het glas gereflecteerd en op het scherm teruggekaatst. Ze laten dit scherm rond de eigenlijke lichtstip oplichten en er ontstaat een lichtkring of halo, zie figuur 10-283. De scherpe lichtspot vervaagt. Op dit effect te minimaliseren wordt voor het beeldscherm geen helder, maar iets grijsgetint glas gebruikt. Dit absorbeert weliswaar een deel van het uitgestraalde licht, maar het gereflecteerde licht wordt aanzienlijk verzwakt, waardoor het halo-effect wordt geminimaliseerd.



Figuur 10-283: Halo-effect.

Halogeen Verzamelnaam van vijf zeer actieve non-ferro elementen, die in groep 7h van het periodiek systeem der elementen staan: fluor (F), chloor (Cl), broom (Br), jodium (I) en astaat (At). Zij worden gebruikt in de zogenaamde halogeenlampen, lampen waarbij de temperatuur van de gloeidraad wordt opgevoerd om de lichtopbrengst te verhogen. De halogeen-toevoegingen aan het interne gas verhinderen dat moleculen van de zeer hete gloeidraad worden weggeslingerd en op de binnenkant van de ballon terecht komen. Hierdoor wordt de levensduur van de lampen verlengd.

Halve brug Een brugschakeling voor gelijkrichting, waarbij in twee armen dioden zijn opgenomen en in de twee overige armen weerstanden, zie figuur 10-284. Deze schakeling wordt gebruikt om een hoge wisselspanning te reduceren tot een lagere gelijkspanning. De stroom, die door de brug vloeit, zal immers over de weerstanden een spanningsval genereren. Het systeem is echter alleen bruikbaar als de stroom die door de brug vloeit vrijwel constant is. Alleen dan zal de spanningsval over de weerstanden ook vrijwel constant zijn en de uitgangsspanning van de schakeling ook.



Figuur 10-284: Halve brug.

Hand-capaciteit Ook wel hand-effect genoemd, is de eigenschap dat het menselijk lichaam een bepaalde eigen ca-

paciteit ten opzichte van de aarde heeft. Komt men met een lichaamsdeel (wat behalve voor acrobaten wel voor iedereen een hand zal zijn) te dicht in de buurt van gevoelige schakelingen, dan kan het gebeuren dat door deze handcapaciteit de eigenschappen van deze schakeling gaan veranderen. Als men bepaalde schakelingen met draaibare condensatoren uitrust (bijvoorbeeld af te stemmen banddoorlaat of -sper filters) is het van groot belang rekening te houden met dit hand-effect en de schakeling zo uit te voeren dat de draaibare plaat van de condensator aan de massa ligt.
Doet men dit niet dan kan het aanraken van de as van de condensator reeds voldoende extra parallel-capaciteit in de schakeling introduceren om het filter op een geheel andere frequentie af te stemmen!

Hand-effect Zie hand-capaciteit.

Handle Een nummer dat door MS-DOS aan een geopend bestand wordt toegekend of een nummer dat door het bedrijfssysteem aan een bepaalde hardware-eenheid, bijvoorbeeld het toetsenbord, wordt toegekend. Aan de hand van deze handles kan het bedrijfssysteem toegangs-aanvragen herkennen en naar de bedoelde bestanden of eenheden voeren.

Handshake Een soort protocol (een reeks afspraken), waardoor twee met elkaar communicerende apparaten elkaar signalen kunnen doorgeven, die de correcte afwikkeling van de data-uitwisseling garanderen en die het mogelijk maken dat de apparaten ondanks verschillende verwerkingssnelheden toch met elkaar kunnen communiceren.

Handshake signalen Minstens twee signalen die deel uitmaken van de "bus" waarmee men een computer met een ander apparaat verbindt en waarmee het dataverkeer tussen de computer en het aangesloten apparaat wordt geregeld. Het tweede apparaat kan zowel een andere computer zijn als een printer of ander randapparaat. Het is de bedoeling dat er tussen de computer en het aangesloten apparaat gegevens worden uitgewisseld. Nu kan dit niet zomaar op willekeurige tijdstippen gebeuren! Vandaar twee handshakelijnen waarvan de ene een signaal levert als de computer in staat is gegevens van het randapparaat te ontvangen en de andere een signaal levert als het randapparaat in staat is om door de computer uit te zenden data te verwerken.

Hangover effect Een effect dat optreedt bij de weergave van geluid door middel van een luidspreker. Het effect komt er op neer dat lage tonen worden "uitgesmeerd" als gevolg van een te geringe demping van de conus van de luidspreker. Het effect ontstaat doordat de conus van een dergelijke luidspreker blijft natrillen, ook als de lage tonen uit het signaal zijn verdwenen. Men kan dit effect minimaliseren door de demping van de conus te verhogen. Maar een zwaar gedempte conus is weer niet in staat hoge tonen goed weer te geven! Vandaar dat men altijd minstens twee luidsprekers nodig heeft: een zwaar gedempte voor het weergeven van de lage tonen en een licht gedempte voor het weergeven van de hoge tonen.

Hard copy Algemene term voor alle informatie die door een computer op papier wordt gepresenteerd, bijvoorbeeld een programma-listing uitgeprint op een lijnprinter, een afdruk van het scherm of grafieken getekend door een grafisch programma.

Hard disk Engels voor "harde schijf", zie aldaar.

Hard disk controller Zie "harde schijf".

Harde schijf Zeer belangrijk onderdeel in een computer, dat wordt gebruikt voor de magnetische opslag van gegevens. De fysieke opbouw van een harde schijf is samengevat in figuur 10-285, terwijl het basisprincipe van de werking beschreven is in figuur 10-286. Als figuur 10-285 nader bekeken wordt, dan vallen de volgende onderdelen op: de schijven, de informatiedrager van de harde schijf; de as, het aandrijfpunt voor de schijven; de registratiekoppen, deze worden gebruikt om informatie op de schijven op te slaan of informatie van de schijven te lezen; de arm of kam, dient ervoor om de registratiekoppen op de goede positie van de schijf te plaatsen; de stappenmotor, wordt gebruikt voor de aansturing van de arm; de elektronica, heeft als functie om de harde schijf correct te laten functioneren, de behuizing, biedt bescherming aan de eerder beschreven onderdelen. Figuur 10-286 geeft het basisprincipe van de fysieke opbouw van de harde schijf weer. Hier ziet men een drietal schijven die gemonteerd zijn op een vaste as, zodat alle schijven met dezelfde snelheid draaien. Bij elke schijf is aan de boven- en onderzijde een lees/schrijf kop (registratiekop) bevestigd, die allemaal zelf weer op één punt verbonden zijn. Dit gemeenschappelijke punt is de arm van de registratiekoppen, die

op zijn beurt aangestuurd wordt door de spreekspoel of de stappenmotor. De belangrijkste onderdelen van een harde schijf zitten in de HDA, de Head Disc Assembly. De HDA is volledig luchtdicht afgesloten. Dat is noodzakelijk, want de registratiekoppen van de hard disk staan op een minimale afstand van de schijf zélf. Als er dus geen goede voorzieningen getroffen worden tegen het indringen van stofdeeltjes, loopt men grote risico's op een zogenaamde "headcrash", zie aldaar. Om een zo efficiënt mogelijke werking van de harde schijf te kunnen handhaven, moet er een zo constant mogelijke luchtcirculatie in de HDA zijn. De registratiekop zweeft immers boven de hard disk op de eerder beschreven luchtstroom. Een harde schijf bestaat uit verschillende stalen of ceramische schijven, die allen tesamen op een vaste as gemonteerd zijn. Op iedere schijf is aan de bovenkant en de onderkant een magnetische laag opgebracht. Deze laag bestaat in de oudere type's uit een laag metaaloxyde, terwijl in de nieuwere hard disks gebruik wordt gemaakt van dunne film technologie. De dunne film laag is circa tien maal zo dun als de metaaloxyde laag. De magnetische laag op de schijven is in de originele vorm onbruikbaar voor een computer. Om deze bruikbaar te maken moet een hard disk geformatteerd worden. Het formatteren van een hard disk betekent het indelen van de hard disk in sporen (ook wel track's genoemd) en sectoren. Een spoor is een concentrische cirkel op de schijf. Een sector is een onderdeel van een spoor, er zijn meerdere sectoren op één spoor. Als men een harde schijf indeelt in sectoren, dan is het de hard disk controller die bepaalt hoeveel sectoren er op een spoor aanwezig zijn. Er bestaan vier standaarden:

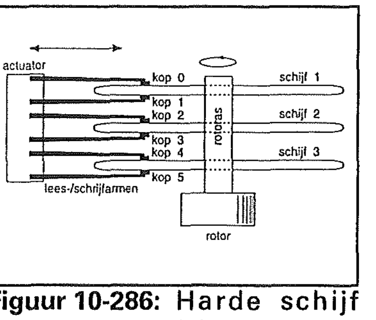
ST412/ST506 met MFM, 17 sectoren per spoor;

ST412/ST506 met RLL, 26 sectoren per spoor;

SCSI, 32 tot 64 sectoren per spoor;

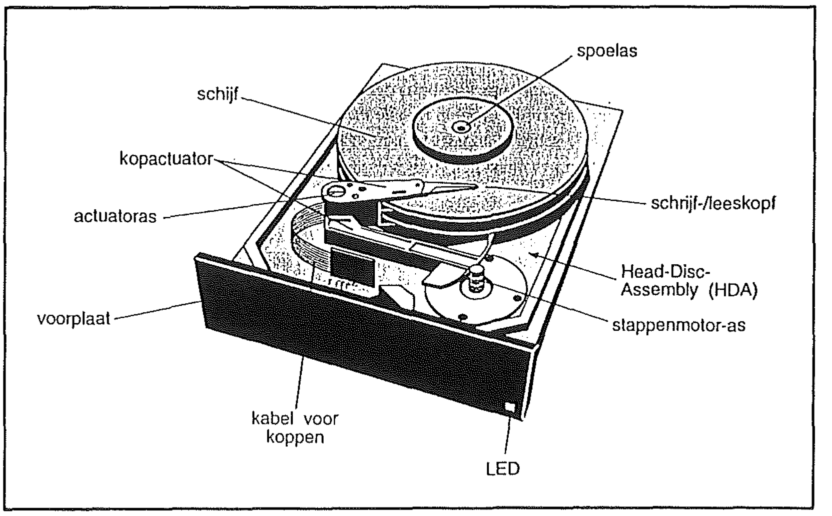
ESDI, 32 tot 64 sectoren per spoor.

Bij het formatteren van een harde schijf worden nog twee gebieden vastgelegd, namelijk de parkeerzône en de precompensation zône. De parkeerzône is een gebied waar de harde schijf haar koppen kan parkeren bij stilstand. Dit is zeer nuttig als bijvoorbeeld de computer verplaatst wordt. Bij het vervoer kunnen de koppen gaan trillen, waardoor deze op de schijf zélf terecht komen en dit kan resulteren in een beschadiging van de magnetische laag. Het zal wel zonder nadere toelichting duidelijk zijn dat dit niet mag gebeuren op een gebied waar informatie staat! Er zijn twee parkeerzône's, namelijk aan de buitenrand en aan de binnenrand. De precompensation zône is een gebied waar dezelfde hoeveelheid data veel compacter op de betreffende sporen weg wordt geschreven. Dit is noodzakelijk omdat het aantal sectoren van een spoor niet verandert, maar de diameter van het spoor wél. De lengte van een sector neemt dus af naarmate men het middelpunt van de schijf nadert, maar toch moet dezelfde hoeveelheid informatie in deze kleinere lengte worden geschreven.



Figuur 10-286: Harde schijf (2).

De "hard disk controller" bevat alle noodzakelijke elektronica voor het besturen, beschrijven en lezen van de harde schijf. Er bestaan vier verschillende standaarden, die in de loop der tijd zijn ontwikkeld. De SMD-interface is een van de eerste hard disk interfaces die alge-



Figuur 10-285: Harde schijf (1).

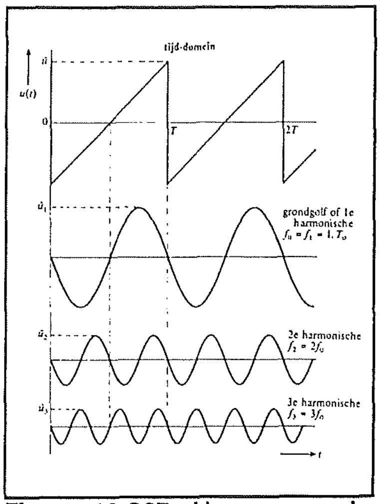
meen gebruikt werd. Deze interface is ontwikkeld in 1975. SMD betekent "Storage MoDule". De SMD-interface is ontwikkeld voor 8 inch tot en met 14 inch hard disks, terwijl er in 1982 een vernieuwde versie voor de 5.25 inch hard disk op de markt is gekomen. De ST412/ST506-interface wordt het meest gebruikt door de hard disk controllers. De ST412/ST506-interface is ontwikkeld in 1980. In de praktijk wordt deze interface vaak de "floppy extension"-interface genoemd. De ST412/ST506 heeft geen vaste doelgroep. Iedere IBM-computer is in feite bruikbaar om een ST412/ ST506-interface te gebruiken. De derde interface is de SCSI-interface. De SCSI-interface is ontwikkeld (lees geaccepteerd) in 1982 en is een zogenaamde "intelligente" disk interface. Het intelligente van deze interface is dat er via een bus gecommuniceerd wordt in plaats van via directe bekabeling. De laatste interface die beschreven wordt, is de ESDI-interface. ESDI staat voor "Enhanced Small Device Interface" en deze is ontwikkeld in 1983. De doelgroep is een IBM-computer met minimaal een 80286 microprocessor en een klokfrequentie van 10 MHz. Er worden hoge eisen aan de computer gesteld omdat de interface met een zeer hoge frequentie kan werken en het dus geen nut heeft om een "langzame" computer met deze interface uit te voeren.
De gegevens op de schijven van een harde schijf worden op een speciale manier gedecodeerd. Hiervoor staan drie systemen ter beschikking, namelijk MFM, RLL en NRZ. MFM is de afkorting voor "Modified Frequency Modulation". Deze techniek wordt veel in de telecommunicatie toegepast en is de simpelste vorm van (de)codering. Deze eenvoud heeft echter een groot nadeel en dat is de grote bewerkelijkheid van de data. Dit betekent dus eveneens dat er relatief veel tijd voor nodig is om de correcte datastroom te achterhalen. De tweede (de)coderingstechniek is de RLL-techniek. RLL staat voor "Run Length Limited". Dit betekent dat er een maximum gebonden is aan het aantal nullen en enen die in een datastroom mogen bestaan. Dit impliceert dus een grotere complexiteit, maar daar staat tegenover dat er veel minder redundantie nodig is om dezelfde data over te brengen als bij de MFM-techniek en dat deze dus sneller is. Bij de RLL-techniek kan men vaak kiezen uit een aantal verschillende mogelijkheden. Een feit is echter dat men zeer goed in de gaten moet houden welke techniek men kiest. Vervolgens dient men hier een (de)coderings schema op te stellen. De laatste techniek is een buitenbeentje en wordt meestal alleen maar gebruikt bij de ESDI-interface.
NRZ staat voor "Non Return to Zero" en dit betekent dat het signaal niet verandert als meerdere keren het logisch niveau een of nul achter elkaar in het signaal voorkomt, maar als er een verandering van het logische signaal optreedt. Deze techniek is vrij efficiënt, maar kan problemen opleveren als er lange tijd geen wisseling van het logische niveau in het signaal is.

Hardpapier Papier, geïmpregneerd met fenolhars. Wordt in de elektronica veel toegepast als dragermateriaal, bijvoorbeeld als goedkoop alternatief voor epoxy-printen, in potentiometers, etc.

Hardware Een term waarmee alle apparatuur wordt bedoeld waaruit een computersysteem is samengesteld. De hardware is dus niet alleen de computer zélf, maar ook het aangesloten toetsenbord, de monitor, de eventueel aanwezige printer, een lichtpen, de muis, de harde schijf, het CD-ROM loopwerk, etc. Met alleen deze hardware komt men echter niet ver! In tegenstelling tot "normale" elektronische apparatuur kan een computersysteem niets nuttigs uitvoeren zonder dat er geschikte software ter beschikking staat. Met de software wordt bedoeld de programmatuur die de computer opdracht geeft bepaalde werkzaamheden uit te voeren en bepaalde apparatuur uit het systeem in of uit te schakelen. Een computer is immers niets meer dan een stuk elektronica dat in staat is zeer simpele bewerkingen (zoals een getal van het ene register naar het andere verplaatsen of een bepaald getal opzoeken in een geheugen) uit te voeren, maar dat alleen maar doet als daar een strikte opdracht voor wordt gegeven. De elementaire software, zonder welke geen enkele computer kan werken is dan ook de "firmware", een programma dat in een ingebouwd niet vluchtig geheugen (bijvoorbeeld een EEPROM) is opgeslagen en dat de basiswerking van het systeem verzorgt.

Harmonische analyser Een apparaat waarmee men de harmonische samenstelling van een periodiek signaal (zie Fourier-analyse) kan onderzoeken. Een harmonische analyser is samengesteld uit een over een breed frequentiebereik af te stemmen banddoorlaat filter

en een voltmeter waarvan men de versterking kan regelen. Men stemt het filter eerst af op de fundamentele frequentie van het periodieke signaal, regelt de uitslag van de V-meter op volle schaal en stemt nadien af op alle harmonischen. De voltmeter zal dan de verhouding tussen de verschillende harmonischen rechtstreeks in procenten aanduiden.



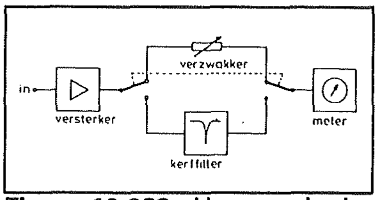
Figuur 10-287: Harmonischen.

Harmonischen Zijn sinusvormige signalen waarvan de frequentie een geheel veelvoud is van de frequentie van een bepaald periodiek signaal. Is deze gehele factor gelijk aan één (de frequentie van het sinusvormige signaal is dan gelijk aan de frequentie van het periodieke signaal) dan noemt men dit sinussignaal de fundamentele sinus van het periodieke signaal. Is de factor gelijk aan twee (de frequentie van de sinus is dan het dubbele van de frequentie van het periodieke signaal) dan noemt men dit signaal de tweede harmonische, etc. In figuur 10-287 is een aantal sinusvormige signalen getekend die overeen komen met respectievelijk de fundamentele, tweede en derde harmonische van een periodiek signaal, in dit geval een zaagtand. Zie ook Fourier-analyse.

Harmonische oscillator Een kristaloscillator die zo is opgebouwd dat de uitgangsspanning een frequentie heeft die gelijk is aan een geheel veelvoud van de fundamentele frequentie van het toegepaste kristal. Men noemt dit soort oscillatoren ook wel "boventoon"-oscillatoren.

Harmonische vervorming Een soort vervorming die ontstaat door de niet-lineaire werking van bepaalde elektronische onderdelen, zoals transistoren en dioden. Door deze niet-lineaire werking introduceert de schakeling in het te verwerken signaal extra signalen met frequenties die gelijk zijn aan een veelvoud van die van het basissignaal. Legt men bijvoorbeeld aan een versterker een signaal aan met een frequentie van 1 kHz dan zal men bij een harmonische analyse van het uitgangssignaal met behulp van een harmonische analyser vaststellen dat er, naast het signaal met een frequentie van 1 kHz, ook (kleine) signalen voorkomen met frequenties van 2, 3 etc. kHz. De harmonische vervorming bepaalt de verhouding (procentueel) tussen de grootte van het uitgangssignaal met dezelfde frequentie als het ingangssignaal en de groottes van alle harmonische spanningen op de uitgang van de schakeling.

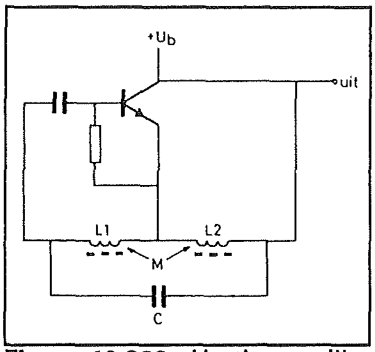
Harmonische vervormingsmeter Een apparaat waarmee men de harmonische vervorming van een schakeling kan meten. In figuur 10-288 is de basisopzet van zo'n meetinstrument getekend. De vervormingsmeter bestaat uit een ingangsversterker (die zelf zo vervormingsvrij mogelijk moet zijn), een verzwakker, een kerffilter en een voltmeter. Bij het meten wordt de schakelaar eerst in de bovenste stand gezet en men meet het totale uitgangssignaal van de schakeling. Meestal kan men de gevoeligheid van de meter regelen, zodat men de meter op volle schaal (100 %) kan afregelen. Nadien zet men de schakelaar in de onderste stand en regelt het kerf-filter (dat is een bandsper filter met een zeer kleine doorlaatband) af tot de meter een minimale waarde aanwijst. Men heeft nu de fundamentele frequentie van het uitgangssignaal volledig onderdrukt en wat de meter nu nog aanwijst is dus niets anders dan de door de harmonische vervorming geïntroduceerde signalen. Omdat de schaal van de meter rechtstreeks in procenten is geijkt en men het totale uitgangssignaal op 100 % heeft afgeregeld geeft de tweede meting rechtstreeks de procentuele harmonische vervorming van de schakeling weer.



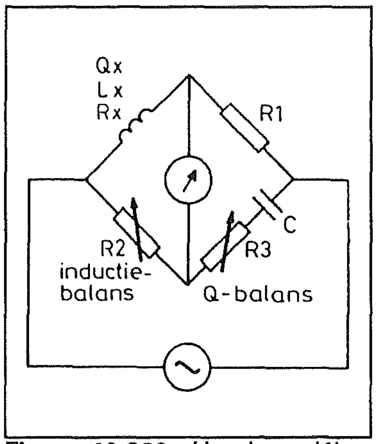
Figuur 10-288: Harmonische vervormingsmeter.

Hartley oscillator Een teruggekoppelde oscillator, waarbij de oscillatorfrequentie wordt bepaald door een parallelkring opgebouwd uit twee in serie geschakelde spoelen en één condensator. De spoelen zijn onderling gekoppeld, hetgeen bereikt kan worden door ze op

één spoellichaam te wikkelen en te voorzien van een ferrietkern. Figuur 10-289 geeft het basisschema van deze oscillator. De frequentie wordt bepaald door de formule:
$f_0=1/[2*\pi*\sqrt{(L*C)}]$
waarin L=L1+L2+2*M
M is de koppelfactor tussen beide spoelen.



Figuur 10-289: Hartley oscillator.



Figuur 10-290: Hay-brug (1).

Hay-brug Een door middel van wisselspanning gevoede brugschakeling (zie aldaar) waarmee men de zelfinductie, kwaliteitsfactor en serieweerstand van een spoel kan meten. Het basisschema van de Hay-brug is getekend in figuur 10-290. Door het variëren van de weerstanden R2 en R3 kan men de brug in evenwicht brengen. De drie karakteristieke grootheden van de spoel Lx worden dan gegeven door de formules die in figuur 10-291 zijn samengevat.

$$R_x = \frac{\omega^2 C^2 R_1 R_2 R_3}{1 + (\omega^2 C^2 R^2_3}$$

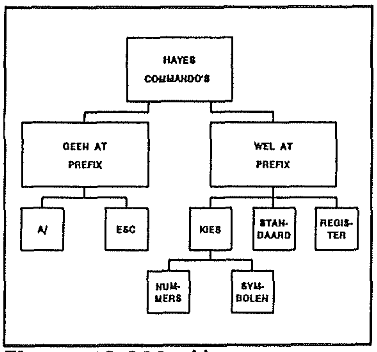
$$L_x = \frac{C R_1 R_2}{1 + (\omega^2 C^2 R^2_3)}$$

$$Q_x = \frac{\omega L_x}{R_x}$$

Figuur 10-291: Hay-brug (2).

Hayes commando set Een internationaal gestandaardiseerde reeks commando's waarmee men intelligente modem's kan besturen. Zo bestaat er een commando om het modem een bepaald telefoonnummer te laten bellen. De commando's vallen in een aantal groepen uiteen, zie figuur 10-292. Er bestaan twee commando's die niet worden voorafgegaan door AT en waar geen return teken achter komt. A/ zorgt ervoor dat de commandoregel die is opgeslagen in de commandobuffer nogmaals wordt uitgevoerd. Mocht de commandoregel niet correct zijn dat verschijnt het woord ERROR als foutmelding op het beeldscherm. Het A/-commando wordt vaak gebruikt om het laatst gebruikte telefoonnummer opnieuw te kiezen. Het "Escape"-commando is bestemd om het modem terug te schakelen naar de stand waarbij commando's ingegeven kunnen worden. Het modem gaat dan van de asynchrone on-line status naar de asynchrone on-line commandostatus. Als de Escape-string correct is uitgevoerd komt het modem met de melding "OK" op het beeldscherm. De tekens die in de Escape-string gebruikt worden kan men veranderen door de instelling voor de registers S12 (voor de vereiste tijd) en S2 (voor het gewenste teken) te wijzigen.
Er zijn drie typen AT commando's, namelijk kiescommando's, standaardcommando's en registercommando's. Een kiescommando wordt aan het einde van een commandoregel geplaatst en is bedoeld om via de telefoonleiding een ander modem op te bellen. Er is hierop echter een uitzondering, namelijk een kiescommando dat gebruikt maakt van het ";" teken (dial modifier) mag niet aan het einde van een commandoregel worden geplaatst.
De groep standaardcommando's valt uiteen in zeven delen, namelijk mode selecteer commando's, gezamenlijke asynchrone/synchrone commando's, specifieke asynchrone commando's, specifieke synchrone commando's, direct ingrijpende commando's, zelftest en diagnose commando's en de specifieke MNP commando's.
De register commando's mogen overal in de commandoregel geplaatst worden behalve achter een kiescommando. In de registers worden een aantal tijdfuncties opgeslagen, ASCII-waarden voor speciale tekens, status bits, etc. Het aantal registers dat beschikbaar is kan per modem type nog wel eens verschillen. Officieel zijn er 28 S registers, genummerd S0 - S27, die echter niet allen ingesteld kunnen worden. Om een register uit te lezen tikt men het registernummer plus een "?".

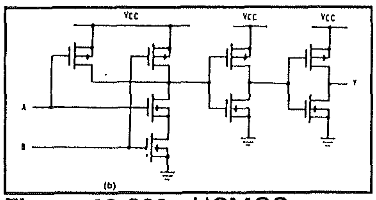
HCMOS Afkorting van "High-speed Complementary Metal Oxide Semiconductor". Een van de vele digitale IC-families die schakeltechnisch compatibel is met de aloude TTL-serie. Wordt gekenmerkt door de letters "HC" in de type-codering, bijvoorbeeld 74HC00 of 74HCT00. De high-speed CMOS-familie combineert de voordelen van geringe dissipatie, kleine ingangsstroom en grote storingsongevoeligheid van de 74Cxx- en (1)4xxx-series met de hoge snelheid en het uitsturingsvermogen van LSTTL.



Figuur 10-292: Hayes commando set.

De opbouw van deze silicon gate serie is vrijwel identiek aan die van de 74Cxx-familie. De 74HC-familie is normaal verkrijgbaar in "gebufferde" uitvoering, hetgeen wil zeggen dat het uitgangssignaal van een buffertrap afkomstig is. Een gebufferde NAND-poort is dan een NAND-poort, gevolgd door twee buffertrappen (zie figuur 10-293). De meeste MSI-schakelingen zijn gebufferd omdat ze toch al uit meerdere trappen bestaan. Het bufferen heeft verschillende voordelen: de uitgangstrappen kunnen op deze manier beter aan elkaar gelijk gemaakt worden, door de hogere versterking is de storingsongevoeligheid beter en de gebufferde uitgangen worden niet door de ingangscondities beïnvloed. Tenslotte zouden voor enkeltraps poorten grote transistoren nodig zijn om de uitgangsstroom te kunnen leveren. Dit heeft tot gevolg dat slechts één HC-poort ongebufferd leverbaar is: de 74HCU04, een inverter die voor kristal-oscillator schakelingen wordt gebruikt. De 74HC-familie heeft nog wel een andere tak: de 74HCTxx typen, die op 5 V werken met TTL-compatibele signalen. Het vermogen dat in rust wordt verbruikt bedraagt slechts 3 nW per poort. De voedingsspanning voor HC-typen mag variëren van 2 tot 6 V (HCT: 5 V +/- 10 %). Deze families hebben dezelfde aansluitingen als de standaard 74xx-serie en worden steeds vaker als vervanging van 74LSxx-typen gebruikt. De 74HCxx/74HCTxx CMOS-familie heeft de volgende algemene eigenschappen:

Poortvertraging: 8 ns
Vermogen per poort: 3 nW
Klokfrequentiebereik: maximum 50 MHz
Voedingsspanning V_{CC}: 2 tot 6 V
Fan-out: 10 (LSTTL-ingangen)



Figuur 10-293: HCMOS.

HCT Afkorting van "High-speed CMOS TTL". Een sub-familie van de 74HCxxx-serie, die werkt met TTL-compatibele voedingsspanningen van 5 V. Zie ook HCMOS.

HD Afkorting van "Hard Disk", Engels voor harde schijf, zie aldaar.

HD Afkorting van "High Density", floppy's die met hoge dichtheid beschreven kunnen worden en die dus veel meer gegevens kunnen bevatten. Voor 5.25 inch floppy's geld een data-capaciteit van 1,2 MB, voor 3.5 inch diskettes 1,44 MB.

HDA Afkorting van "Hard Disk Assembly", zie harde schijf.

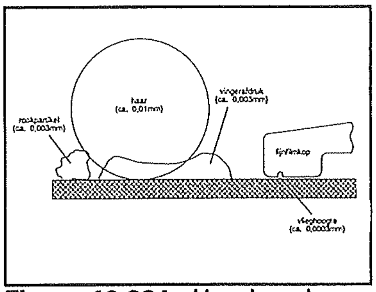
HDC Afkorting van "Hard Disk Controller", de elektronica die de communicatie tussen processor en harde schijf regelt. Zie harde schijf.

H-deeltje Het positieve ion dat overblijft als een waterstofatoom zijn elektron verliest. Het H-deeltje is dus niets meer dan de atoomkern van een waterstof atoom, samengesteld uit één proton en één neutron.

HDTV Afkorting van "High Definition TeleVision", televisie met een hogere resolutie dan de standaard 625 lijnen die PAL te bieden heeft. PALplus is de eerste stap op de weg naar echte HDTV. Er zijn diverse normen ontwikkeld voor HDTV, maar welke uiteindelijk de Europese standaard gaat worden is nog volstrekt onduidelijk. In ieder geval zal HDTV gebruik maken van de 16:9 beeldverhouding die ook PALplus biedt. Bovendien zal het systeem 480.000 punten per beeld aanbieden tegen de maximaal 180.000 punten die PAL heeft. Bij PAL hangt dit aantal punten niet alleen af van het systeem maar bijvoorbeeld ook van de bandbreedte van de video-versterker. Hoe kleiner deze bandbreedte hoe minder punten er weergegeven kunnen worden.
Omdat HDTV volledig digitaal werkt, wordt het maximaal aantal beeldpunten alleen bepaald door het systeem zélf. Waarschijnlijk zal het definitie-

ve systeem werken met 1.250 lijnen per beeld.

Head Engels voor "kop". In de elektronica wordt hiermee de kop bedoeld van een magnetisch registratiesysteem, zoals een harde schijf.



Figuur 10-294: Headcrash.

Headcrash De vernieling van een harde schijf ten gevolge van stof of andere vuildeeltjes wordt een "headcrash" genoemd. Een headcrash betekent niets anders dan dat de registratiekop met een grote klap op het magnetisch oppervlak terecht komt, waardoor de magnetische laag en de registratiekop zelf vernield kunnen worden. In figuur 10-294 staat een aantal vuildeeltjes met hun gemiddelde grootte. Rechts in de figuur staat de registratiekop op een afstand van 10 µinch van het magnetisch oppervlak. Daarnaast staan de volgende deeltjes: rookdeeltje, grootte 250 µinch, 25 maal groter; vingerafdruk, dikte 300 µinch, 30 maal groter; stofdeeltje, diameter 400 µinch, 40 maal groter; mensenhaar, dikte 30.000 µinch, 3.000 groter. Zoals dus wel duidelijk zal zijn, is zelfs het kleinste vuildeeltje (rook) nog 25 maal groter dan de opening tussen de registratiekop en het magnetisch oppervlak. Zelfs een rookdeeltje mag dus niet in de harde schijf binnen dringen. Vandaar dat het absoluut noodzakelijk is een harde schijf volledig luchtdicht van de buitenwereld af te sluiten.

Header Gegevens, die in het begin van een file worden opgenomen en die informatie geven over het soort file.

Headphone Engels voor hoofdtelefoon.

Heater Engels voor gloeidraad, de verwarmingsdraad ingebouwd in de kathode van beeldbuizen, verantwoordelijk voor het opwarmen van de kathode en dus onrechtstreeks voor het uitzenden van de elektronen.

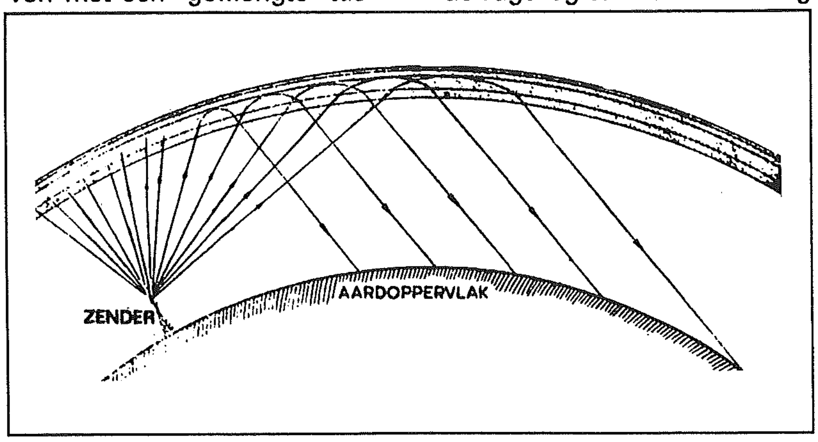
Heatsink Engels voor koelplaat, zie aldaar.

Heaviside-laag Een laag in de atmosfeer, zie figuur 10-295, samengesteld uit gasmoleculen, vrije elektronen en positieve ionen. Deze laag speelt een zeer belangrijke rol in de telecommunicatie, omdat zij elektromagnetische golven terugkaatst naar de aarde en op deze manier radioverbindingen over lange afstanden mogelijk maakt. Ook genoemd: Kennelly-Heaviside-laag.

Hecto Voorvoegsel, afgekort tot h, waarmee wordt aangegeven dat de erop volgende eenheid moet worden vermenigvuldigd met een factor 100. Een hl is dus 100 l.

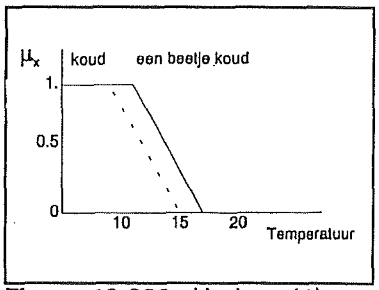
Hectometergolven Lange golven met een golflengte tussen 100 meter en 1000 meter of een frequentie tussen 300 kHz en 3 MHz.

Hedges Een begrip uit de vage logica. Hedges zijn verfijningen van de termen. "Kale" lidmaatschapsfuncties zijn in de praktijk niet erg bruikbaar. Spannender word het, als men het begrip *termen* gaat invoeren. Termen zijn bijvoeglijke naamwoorden, die aan de linguïstische variabele gekoppeld worden. Ook dit begrip kan het best aan de hand van een voorbeeld uitgediept worden. Stel de linguïstische variabele "kamertemperatuur". Dat is een zeer vaag begrip, dat echter beter gedefinieerd kan worden door er enige bijvoeglijke naamwoorden of termen aan te koppelen. Men zou de kamertemperatuur kunnen omschrijven als koud, koel, aangenaam, warm, heet. Als men nu aan duizend personen een lijstje zou overhandigen met daarin ingevuld temperaturen van 10 °C tot 32 °C en zou vragen aan iedere temperatuur een van de bovenstaande vijf termen te koppelen, dan zouden vijf vage verzamelingen ontstaan, die allemaal op de beschreven manier omgezet kunnen worden in een lidmaatschapsfunctie. De theorie van de vage logica heeft echter nog

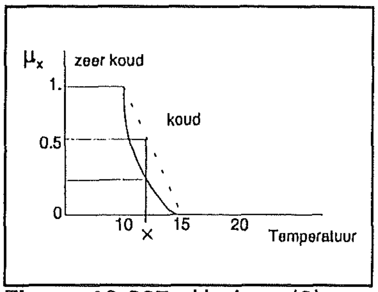


Figuur 10-295: Heaviside laag.

een tweede manier bedacht om problemen nauwkeuriger te fuzzificeren. Dat zijn de *hedges*. In taalkundige termen uitgedrukt zou men hedges kunnen opvatten als bijwoorden, die aan de termen van de linguïstische variabele worden gekoppeld. De term "koel" van de linguïstische variabele "kamertemperatuur" zou bijvoorbeeld nader gespecificeerd kunnen worden met de hedges "een beetje" en "zeer". Er ontstaan dan twee tamelijk nauwkeurige linguïstische begrippen, namelijk "een beetje koele kamertemperatuur" en "zeer koele kamertemperatuur". Dank zij deze hedges kan de ontwerper van een vaag regelsysteem ingrijpen in de lidmaatschapsfuncties. Het zal immers duidelijk zijn dat het invoeren van hedges invloed heeft op de vorm van de lidmaatschapsfuncties. Hedges worden vaak ingevoerd in de testfase van een vaag regelsysteem. Als dan blijkt dat de opgestelde lidmaatschapsfuncties van de in- en uitgangsgrootheden toch niet het gewenste regeleffect veroorzaken, dan kan men het systeem verfijnen door de lidmaatschapsfuncties iets aan te passen door het invoeren van een of meerdere hedges. Hiervoor zijn twee benaderingen mogelijk: shifted hedges en powered hedges. Een shifted hedge doet niets anders dan de grenzen van de lidmaatschapsfunctie van de term naar links of naar rechts verschuiven. In figuur 10-296 is aangegeven hoe de hedge "een beetje" de lidmaatschapsfunctie van de term "koud" naar rechts verschuift. Bij de powered hedge worden de grenzen van de LF niet verschoven, maar wordt de vorm ervan aangepast. In figuur 10-297 is getekend hoe door het invoeren van de powered hegde "zeer" in de term "koud" de lidmaatschapsfunctie zo wordt aangepast dat lagere temperaturen in de verzameling "koud" een minder dan lineaire toename van hun μ krijgen. Een bepaalde temperatuur X heeft zonder de hedge een μ_X van ongeveer 0,5. Door het invoeren van de powered hedge daalt zijn μ tot ongeveer 0,25.

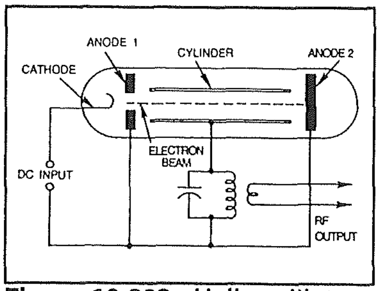


Figuur 10-296: Hedges (1).



Figuur 10-297: Hedges (2).

Heil oscillator Een HF-oscillator, gebaseerd op een speciale buis, zie figuur 10-298. De door de verwarmde kathode uitgezonden elektronen dringen door een gat in de eerste anode en worden daardoor gebundeld tot een snelle en dunne elektronenbundel. De straal valt in op de tweede anode. Statistisch bekeken zullen er echter altijd een bepaald aantal elektronen uit de bundel ontsnappen, bijvoorbeeld doordat zij botsen op andere elektronen. Deze elektronen vallen in op de cilinder en geven hun energie af. Dit aantal elektronen is afhankelijk van de snelheid van de bundel, maar ook van de lengte van de cilinder. De ruisstromen die in de cilinder ontstaan zijn zeer hoogfrequent en vloeien af via een afgestemde LC-kring. Deze kring gaat op een bepaalde frequentie resoneren en de HF-spanning die secundair ontstaat kan worden afgetakt.



Figuur 10-298: Heil oscillator.

Heisenberg's onzekerheidsbeginsel Een van de belangrijkste theorieën van de moderne natuurkunde, die aan de basis ligt van de quantummechanica. Het "onzekerheidsbeginsel van Heisenberg" stelt dat het absoluut onmogelijk is op een en hetzelfde moment alle eigenschappen van een klein deeltje (elektron, foton, etc) nauwkeurig te bepalen. Immers, voor het meten van de plaats van een deeltje moet men het deeltje beschieten met straling met een zeer kleine golflengte. Deze straling is echter zeer energierijk en zal energetische interacties uitvoeren met het deeltje. Hierdoor zal het deeltje meer energie krijgen, waardoor de snelheid van het deeltje verandert. Het meten van de plaats van het deeltje heeft dus tot gevolg dat men de oorspronkelijke snelheid van het deeltje beïnvloedt. Meet men echter de

snelheid van het deeltje, dan zal men de plaats van het deeltje beïnvloeden. Deze theorie kan men ook als volgt formuleren: hoe nauwkeurig men de waarde van één eigenschap van een deeltje meet, hoe groter de onzekerheid wordt wat betreft de waarden van andere eigenschappen. Deze schijnbaar onbelangrijke formulering heeft, als men er over filosofeert, zeer grote gevolgen voor de manier waarop de mens de natuur moet beschouwen. Immers, eeuwen lang was men er van overtuigd dat alle verschijnselen in de natuur volledig deterministisch werken. Dit wil zeggen dat men er van uitging dat iedere identieke oorzaak identieke gevolgen heeft. Bovendien is het verband tussen oorzaak en gevolg vastgelegd in strikte wiskundige formules. Als men dus alle begincondities zou kennen en alle natuurkundige wetten wiskundig zou kunnen formuleren, dan zou de toekomst van alles volledig vast liggen. Dank zij het denkwerk van Heisenberg en de daaruit afgeleide quantummechanica weet men dat de natuur niet zo eenvoudig in elkaar zit. Identieke oorzaken kunnen zeer verschillende gevolgen hebben, omdat het onzekerheidsprincipe inhoudt dat niet alle eigenschappen van de aan het proces deelnemende deeltjes voorspeld kunnen worden! Het onzekerheidsprincipe van Heisenberg is niet alleen een zuiver theoretische filosofie, maar heeft in de praktijk allerlei gevolgen. Zo beperkt dit principe de mate waarin men er zal in slagen de onderdelen in IC's steeds kleiner te maken. Op een bepaald moment zullen de afmetingen van verbindingssporen en transistoren zo klein worden, dat het aantal elektronen dat er doorheen vloeit erg klein wordt. Vanwege het onzekerheidsprincipe van Heisenberg is het dan best mogelijk dat op een bepaald moment een niet te verwaarlozen aantal deeltjes, die in geleider A zaten opeens in geleider B terecht komen! De plaats van elektronen kan immers niet met absolute zekerheid voorspeld worden. Natuurlijk speelt dit proces ook bij de hedendaagse integratie een rol, maar het aantal bij een stroom betrokken elektronen is daar zo immens groot dat het zeer kleine aantal dat quantummechanisch "vreemd" gaat doen volledig te verwaarlozen is.

Helderheid De hoeveelheid licht de een pixel van een beeldbuis uitstraalt. Helderheid is een andere grootheid dan kleurverzadiging. Helderheid kan het best toegelicht worden aan de hand van het volgende voorbeeld. Verkleint men het diafragma van het objectief van een spiegelreflex camera, dan zal men vaststellen dat de helderheid van het beeld afneemt. De kleurverzadiging blijft echter identiek. Rood blijft rood, wit blijft wit. Alleen de hoeveelheid licht varieert.

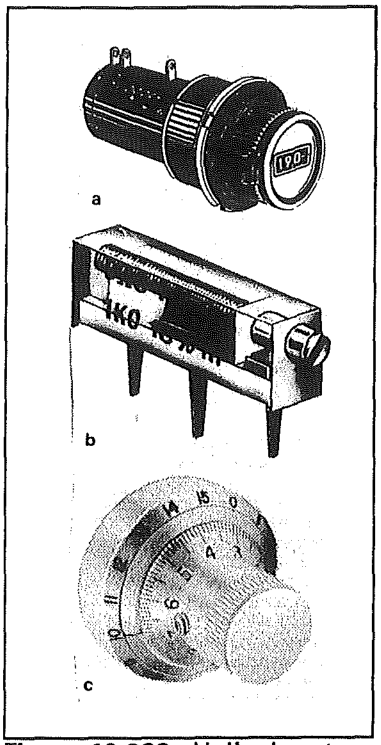
Helical antenne Een zendantenne onder de vorm van een spoel, die tegenover een vlakke metalen plaat (de reflector) is opgesteld. De antenne zendt een smalle bundel circulair gepolariseerde elektromagnetische straling uit.

Helical potentiometers Ook genoemd multi-turn of in het Nederlands meerslagen potentiometer. Een variabele weerstand waarbij de totale weerstandsvariatie is gespreid over meer dan één omwenteling van de as. Er bestaan tienslagen helical potentiometers, maar uitvoeringen tot meer dan 25 slagen zijn voor zeer speciale toepassingen in de handel. Een helical potentiometer is opgebouwd uit een strook isolerend flexibel materiaal, waarop vele wikkelingen van zeer dunne weerstandsdraad zijn aangebracht. Nadien wordt deze strook spiraalvormig opgewikkeld en bij iedere omwenteling van de as tast de loper van de potentiometer één wikkeling van deze spiraal af. Figuur 10-299a geeft de meest voorkomende uitvoering van een helical potentiometer. De as is voorzien van een "dial", een knop met ingebouwde mechanische toerenteller. Door middel van deze teller kan men de positie van de loper op de spiraalvormige weerstandsbaan zeer nauwkeurig instellen. Er bestaan ook helical instelpotentiometers, zie figuur 10-299b. Bij deze onderdelen is de weerstandsbaan opgedampt op een isolerende (meestal Cermet) drager en wordt de loper aangedreven door een as, voorzien van schroefdraad. Bij iedere omwenteling van de as zal de loper zich over één groef-afstand over het weerstandslichaam verplaatsen. Figuur 10-299c geeft een andere vaak voorkomende uitvoering van de "dial". Hierbij zijn twee concentrische schalen aangebracht, waarbij de buitenste bij iedere volle omwenteling van de binnenste één eenheid verder springt.

Helical potentiometers worden gebruikt voor het zeer nauwkeurig instellen van bijvoorbeeld de uitgangsspanning van een gestabiliseerde voeding. Multiturn instelpotentiometers treft men in professionele apparatuur aan en worden daar gebruikt voor het zeer

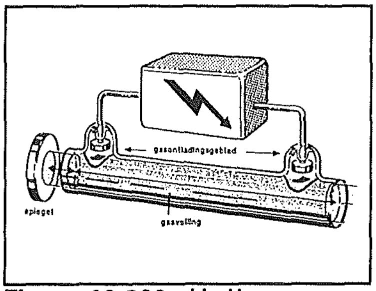
nauwkeurig afregelen van schakelingen.

Helipot Afkorting van "Helical potentiometer", zie aldaar.

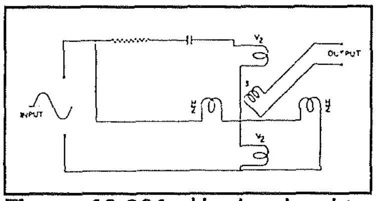


Figuur 10-299: Helical potentiometers.

Helium-neon laser Een gasgevulde laser (zie aldaar) waarbij de laserbuis is gevuld met een gasmengsel van helium en neon.
In figuur 10-300 is de principiële samenstelling van een dergelijk onderdeel getekend. De glazen buis is afgesloten met twee vlakke spiegels, waarvan één half doorlatend is. In de buis zijn twee elektroden ingesmolten. Zet men een vrij hoge spanning over deze elektroden, dan zal er een gasontlading in de buis optreden. De atomen van het gasmengsel komen in een aangeslagen toestand terecht, dat wil zeggen dat sommige elektronen naar een hogere energiebaan rond de atoomkern springen. Dit is echter geen stabiele toestand en de aangeslagen elektronen zullen na een bepaalde tijd terug springen naar hun lagere energiebanen. Hierbij zend het elektron een hoeveelheid straling uit.
Deze ligt bij He-Ne lasers in het zichtbare rode gebied. Omdat de voedingsspanning er voor zorgt dat steeds atomen worden aangeslagen zullen er dus ook steeds elektronen terug springen naar hun lage energie banen en zend de buis een continue lichtstraal uit. Voor een gedetailleerde verklaring van het laser-principe wordt verwezen naar het begrip laser.



Figuur 10-300: Helium-neon laser.



Figuur 10-301: Helmholtz spoel.

Helmholtz spoel Een elektromechanische faseverschuiver. Zoals uit het schema van figuur 10-301 blijkt, bestaat de Helmholtz spoel uit twee vaste ten opzichte van elkaar loodrecht opgestelde spoelen. Door in een van de spoelaansluitingen een RC-netwerk op te nemen wordt er voor gezorgd dat de stromen die door de twee spoelen lopen exact 90° ten opzichte van elkaar in fase verschoven zijn. Een kleine derde spoel is in het gemeenschappelijk magnetisch veld van de twee vaste spoelen opgenomen en is draaibaar. Door deze spoel te verdraaien kan men de faseverschuiving tussen het uitgangssignaal van deze spoel en het ingangssignaal continu regelen tussen 0° en 360°.

HELP Bij de meeste moderne computerprogramma's aanwezige menu-optie, waarmee men een korte samenvatting van de bediening van het programma en de betekenis van de diverse functietoetsen op het scherm kan laten verschijnen en die ter hulp kan worden geroepen als men op een bepaald moment tijdens het werken met het programma niet meer weet wat men vervolgens moet doen.

HeNe laser Zie helium-neon laser.

Henry Eenheid van de magnetische zelfinductie met als symbool H. Een spoel heeft een zelfinductie van 1 H als een stroomvariatie van 1 A per seconde door de spoel een zelfinductie-spanning van 1 V opwekt. Een spoel reageert namelijk op stroomveranderingen door het opwekken van een spanning, die de stroomverandering wil tegenwerken, dat is de zogenaamde "tegen-elektromotorische kracht" (temk). In de praktijk is deze eenheid veel te groot en men komt dan ook steeds deelfactoren van de Henry tegen: de mH (10^{-3} H) en de µH (10^{-6} H).

Hepto In het algemeen een voorvoegsel, waarmee wordt aangeduid dat iets uit zeven elementen bestaat, zie ook heptode.

Heptode Samentrekking van de woorden "hepto" en "elektrode". Een heptode is een elek-

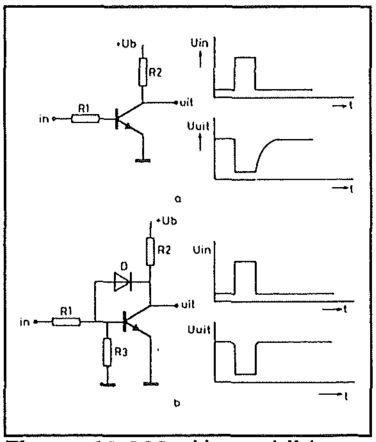
tronisch onderdeel dat zeven elektroden bevat. Voornamelijk bekend uit het buizentijdperk, waar een heptode een buis was opgebouwd uit een kathode, een anode en vijf stuurroosters. De heptode was ideaal geschikt als oscillator/menger in radio-ontvangers.

Hercules Naam van de fabrikant die de eerste grafische uitbreidingskaart voor de PC op de markt bracht. Met deze kaart kon men niet alleen letters en cijfers, maar ook grafische elementen op het scherm van de monitor weergeven. Ook nu is Hercules nog steeds een fabrikant van zeer geavanceerde grafische kaarten.

Hermetisch Volledig luchtdicht afgesloten, zodat de buitenwereld geen invloed kan uitoefenen.

Hersteltijd Ook vaak, naar het Engels, recovery-time genoemd. De tijd die een halfgeleiderjunctie nodig heeft om naar de hoogimpedante niet-geleidende toestand te gaan, nadat het stuursignaal op de basis is omgeschakeld van geleiden naar sperren. In figuur 10-302a is een eenvoudige met één transistor opgebouwde inverter getekend. Als op de basis een positieve spanning wordt aangesloten zal er een stroom van de basis naar de emitter gaan vloeien, waardoor de transistor in verzadiging wordt gestuurd en de collector wordt doorverbonden met de massa. De collectorspanning is laag. Schakelt men nu opeens de trap om naar sper, bijvoorbeeld door de basis te verbinden met de massa, dan zal de transistor toch niet onmiddellijk gaan sperren. Door de grote basisstroom zijn er gedurende de geleidende fase een heleboel meerderheidsladingsdragers in de basis geïnjecteerd en deze moeten eerst intern naar de massa afvloeien. Dit duurt een bepaalde tijd en vandaar dat de transistor slechts na een bepaalde vertraging naar de sperrende toestand overschakelt. Dit kan zeer vervelend zijn, bijvoorbeeld bij het verwerken van zeer hoogfrequente of smalle signalen. Vandaar dat men een aantal extra onderdelen moet opnemen, die de transistor helpen zo snel mogelijk van de genoemde ladingsdragers verlost te worden. In figuur 10-302b treft men een extra weerstand aan, geschakeld tussen de basis en de emitter en een diode, verbonden tussen de basis en de collector. Dit laatste onderdeel zorgt ervoor dat gedurende de geleidingsfase van de transistor de halfgeleider niet in oververzadiging kan worden gestuurd. De via weerstand R1 aangevoerde geleidingsstroom kan nu zowel via de basis-emitter overgang afvloeien naar de massa als via de diode D en de geleidende transistor. De basisstroom wordt automatisch ingesteld op een waarde waarbij de transistor wél geleidt, maar niet meer dan de voor deze geleidingstoestand vereiste basisstroom trekt. Het aantal ladingsdragers in de basis-emitter junctie neemt bijgevolg af. De (kleine) weerstand tussen de basis en de emitter zorgt ervoor dat deze ladingsdragers een externe weg hebben om af te vloeien als de basisspanning wegvalt. Door deze maatregelen wordt de hersteltijd kleiner, de schakelsnelheid van de trap neemt toe.

Hertz Eenheid van frequentie met als symbool Hz. Een wisselspanning heeft een frequentie van 1 Hz, als de periodeduur gelijk is aan een seconde. In de praktijk is de Hz een te kleine eenheid, vandaar dat men meestal met tienvouden werkt, zoals de kHz (duizend Hz), de MHz (een miljoen Hz) en de GHz (een miljard Hz). De Hz heeft de oude angelsaksische eenheid cps (cycles per second) nu internationaal vervangen. De frequentie van een signaal is het omgekeerde van de periodeduur van dat signaal: $f=1/T$. Een signaal met een frequentie van 1 kHz zal dus een periode van 0,001 seconde, of 1 ms hebben.

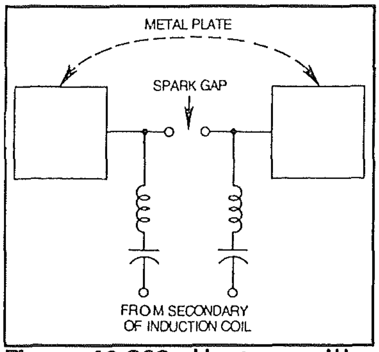


Figuur 10-302: Hersteltijd.

Hertz oscillator De eerste elektromagnetische golf oscillator die in 1888 door Hertz werd gebouwd en die experimenteel aantoonde dat de door Maxwell bedachte zuiver wiskundige elektromagnetische golftheorie ook een natuurkundige realiteit bezat. Zoals uit figuur 10-303 blijkt, was de oscillator samengesteld uit een vonkbrug (spark gap), die via spoelen en condensatoren gevoed werd uit de secundaire wikkeling van een hoogspanningstransformator. De twee elektroden van de vonkbrug waren aangesloten op twee grote me-

talen platen, waartussen een sterk elektromagnetisch veld ontstond dat elders weer kon worden opgevangen.

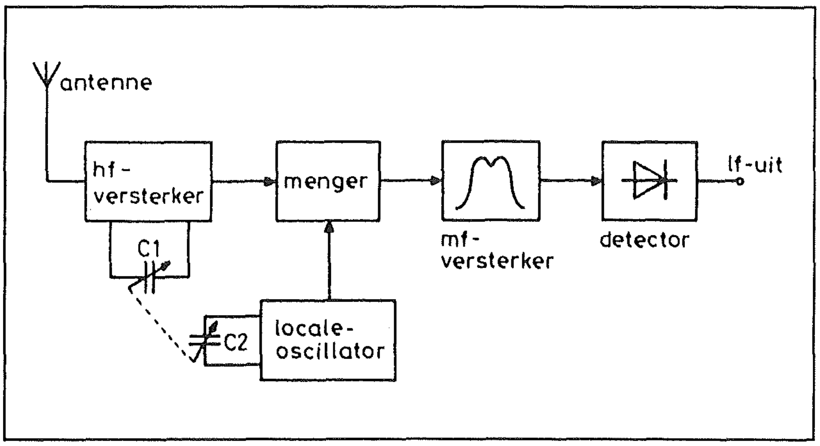
Hete ader De ader van een kabel, die verbonden is met een punt dat spanning voert ten opzichte van de massa of de aarde. Het aanraken van een hete ader kan elektrocutatie tot gevolg hebben!



Figuur 10-303: Hertz oscillator.

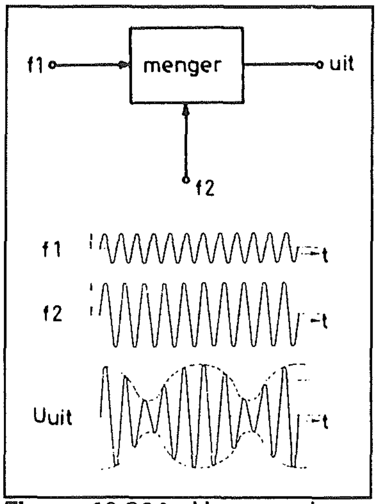
Heterodyne-principe In het algemeen een schakelprincipe waarvan de werking berust op het feit dat als men twee wisselspanningen met ongelijke frequenties met elkaar mengt er aan de uitgang van de menger onder andere een signaal ontstaat met een frequentie die gelijk is aan het verschil tussen de frequenties van de twee gemengde signalen. In figuur 10-304 is een mengtrap getekend waaraan twee signalen met frequenties f1 en f2 worden aangeboden. De uitgangsspanning van de menger is een samengesteld signaal, lijkend op een in amplitude gemoduleerde spanning. De frequentie van de omhullende (het signaal dat ontstaat als men de toppen van de perioden met elkaar verbindt) heeft een frequentie die gelijk is aan het verschil tussen de frequenties van de gemengde signalen. Het heterodyne-principe wordt in talrijke schakelingen toegepast. ***Heterodyne detector.*** Een detectie-schakeling waarbij de frequentie van een frequentiegemoduleerde signaal wordt gemengd met een constante frequentie en de detector een signaal levert met als frequentie het verschil tussen de vaste frequentie en de gemoduleerde frequentie, dus met andere woorden waarbij de detector een soort frequentie-demodulatie uitvoert. ***Heterodyne oscillator.*** Een over een breed frequentiegebied af te stemmen oscillator waarbij dit signaal wordt opgewekt, door twee signalen met veel hogere frequenties met elkaar te mengen. Bij dat mengen ontstaat een signaal waarvan de frequentie gelijk is aan het verschil van de frequenties van de twee mengsignalen. Als men bijvoorbeeld een laagfrequent signaal (20 Hz tot 20 kHz) wil opwekken, waarvan de frequentie door één draai aan een knop van 20 Hz tot 20 kHz te variëren is, dan zal men het heterodyne-principe toepassen. Bij een normale LF-generator is het namelijk niet mogelijk de frequentie in één bereik over een zo grote band te variëren. Bij het heterodyne-principe zal een van de oscillatoren uit figuur 10-304 vast afgestemd staan op bijvoorbeeld 100 kHz. De frequentie van de tweede oscillator is variabel tussen 100 kHz en 120 kHz.
Het verschil tussen beide frequenties varieert dan van 0 Hz tot 20 kHz en dat is dan ook de frequentie van het signaal dat uit de menger komt.
Die frequentieband van 100 tot 120 kHz is natuurlijk wel met één draai van een knop realiseerbaar. ***Heterodyne ontvanger.*** Een derde voorbeeld van het heterodyne-principe is de radio-ontvanger, waar het te ontvangen signaal gemengd wordt met het signaal van een oscillator (zie figuur 10-305) en wel zo dat er een signaal ontstaat met een constante frequentie, het zogenaamde middenfrequent signaal MF. Dat signaal wordt dan verder versterkt. Het voordeel is dat het veel gemakkelijker is een signaal met een vrij lage en constante frequentie te versterken, dan het signaal dat binnenkomt via de antenne.

Heuristische methode Een uit de filosofie afgeleide methode waarbij wordt aangespoord zélf waarheden en regels te zoeken. In de automatisering komt dit er op neer dat computerprogramma's proberen zélf



Figuur 10-305: Heterodyne principe (2).

oplossingen voor problemen te vinden en deze oplossingen bewaren in een data-base, zodat de oplossingen gebruikt kunnen worden voor het helpen oplossen van ingewikkelder problemen.



Figuur 10-304: Heterodyne principe (1).

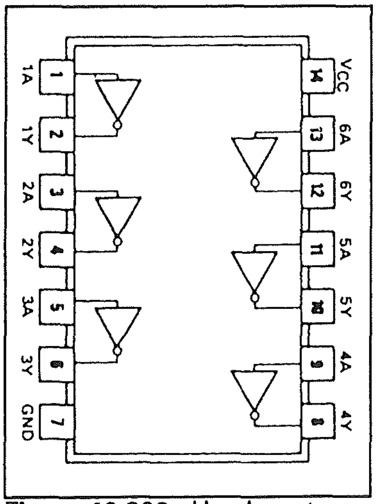
Hex Afkorting van "hexadecimaal", zie aldaar.

Hex In het algemeen een voorvoegsel, waarmee wordt aangegeven dat iets uit zes onderdelen bestaat, zie ook hexode.

Hexadecimaal Een rekensysteem dat gebruik maakt van zestien symbolen om te tellen en te rekenen. De symbolen zijn de cijfers 0 tot en met 9 en de letters A tot en met F, waarbij A = 10, B = 11, C = 12, D = 13, E = 14 en F = 15. Een typisch voorbeeld van een hexadecimaal getal is "AF3". Binair kan elke hexadecimaal cijfer door 4 bits ($2^4 = 16$) worden voorgesteld.

Hexadecimale teller Is in de digitale techniek een frequentiedeler-schakeling, die is opgebouwd uit 4 achter elkaar geschakelde flip-flop's en die de frequentie van een ingangssignaal deelt door 16. Uit de binaire code op de 4 uitgangen kan afgeleid worden door hoeveel ingangspulsen de schakeling beïnvloed is.

Hex inverter Is een digitale geïntegreerde schakeling, die is opgebouwd uit zes identieke inverter-schakelingen. Een inverter is een schakeling, die de logische waarde van een signaal omkeert. Als het signaal aan de ingang van een inverter "L" is, dan zal het uitgangssignaal "H" zijn, en omgekeerd. Figuur 10-306 geeft een typisch voorbeeld van zo'n schakeling: de SN7404 uit de TTL-familie van geïntegreerde schakelingen.



Figuur 10-306: Hex inverter.

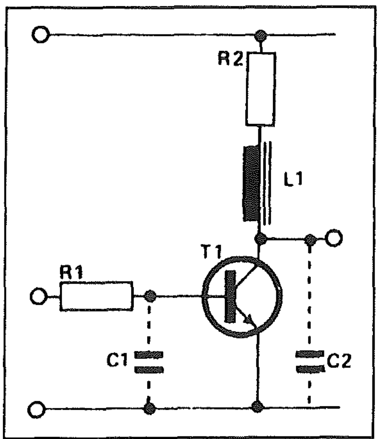
Hexode Afkorting van de woorden hexo en elektrode, een elektronisch onderdeel dat zes elektroden bevat.

HF Afkorting voor hoog frequent. Met deze term worden officieel alle signalen aangeduid, die een frequentie hebben die ligt boven het hoorbare gebied, dus boven 20 kHz. In de praktijk wordt onder hoog frequent echter alleen die frequentieband verstaan, die wordt gebruikt bij het uitzenden en ontvangen van radio- en TV-signalen. De net boven het hoorbaar gebied liggende frequenties noemt men dan ultrasone frequenties.

HF-compensatoren Zijn schakelingen, die worden gebruikt om de weergave van een versterker van de hoge frequenties te verbeteren. In figuur 10-307 is een enkelvoudige versterkertrap getekend. De gestippeld getekende condensatoren C1 en C2 zijn de zogenaamde paracitaire capaciteiten van de schakeling. Dat zijn condensatoren die niet echt, onder de vorm van een condensator, in de schakeling terug te vinden zijn, maar die zijn opgebouwd uit de capaciteit die bestaat tussen de verschillende aansluitdraden van de onderdelen en van de sporen op de gedrukte bedrading. Deze paracitaire capaciteiten vormen, samen met de weerstanden R1 en R2, laagdoorlaat filters die ervoor zullen zorgen dat de hoge frequenties verzwakt worden. In sommige toepassingen, zoals breedband versterkers, is dat echter zeer zeker niet de bedoeling, omdat deze versterkers alle frequenties van het ingangssignaal even veel moeten versterken. Vandaar dat men extra onderdelen moet toepassen, die tot taak hebben de verzwakking van de hoge tonen door de paracitaire capaciteiten te compenseren. Dat zijn de HF-compensaties. In de figuur is één mogelijkheid getekend: door het in serie schakelen van een spoel L1 met de collectorweerstand R2, zullen de hoge frequenties weer extra versterkt worden, zodat de verzwakking door de C's tegengewerkt wordt.

HiBri Een door Philips ontwikkelde techniek, waarmee de lichtopbrengst van kleuren beeldbuizen aanmerkelijk verhoogd

wordt. De eerste HiBri beeldbuizen kwamen in 1978 op de markt. De grote helderheidswaarde wordt verkregen door het minder inkleuren van het glas van de beeldbuis (zie halo-effect) en door het toepassen van een masker met een grotere lichtdoorlaatbaarheid. De lichtopbrengst van de beeldbuis kon hiermee met 170 % verhoogd worden.



Figuur 10-307: HF-compensatie.

Hidden Engels voor verborgen.

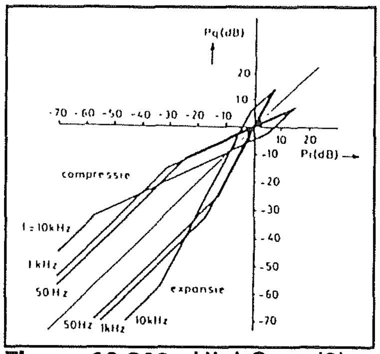
Hidden refresh Engels voor verborgen verversing. Een techniek waarbij het verversen van de geheugeninhoud van dynamische geheugens achter een leesadressering wordt "verstopt". Het processorsignaal CAS wordt na een geheugenadressering "L" gehouden en wordt alleen het niveau van het signaal RAS veranderd. De gegevens die tijdens de leescyclus zijn ingelezen blijven daardoor gedurende de refresh beschikbaar. Een adresteller in het dynamisch geheugen genereert intern het refresh-adres.

Hiërarchie In het algemeen de organisatie van deel-schema's, van bestanden of van programma-onderdelen in een volgorde die rekening houdt met hun belangrijkheid.

HiFi Afkorting van het Engelse High Fidelity, zie aldaar.

High Engels voor hoog, een term die tegenwoordig in de elektronica vaak gebruikt wordt, zie de onderstaande begrippen.

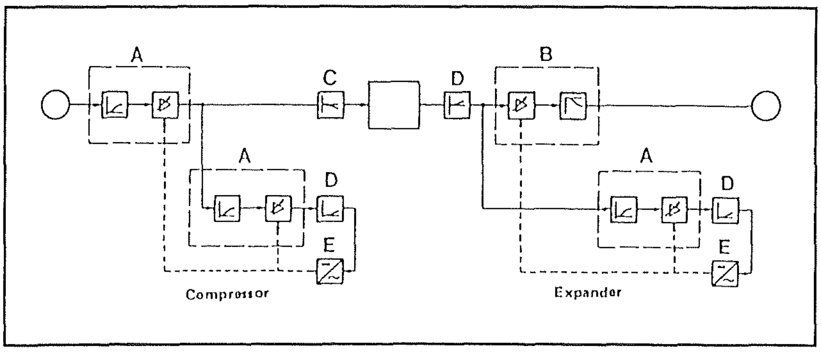
HighCom Een door Telefunken ontwikkeld systeem voor ruisonderdrukking. Het kan beschouwd worden als een vereenvoudigde versie van TelCom en is op de markt gebracht als concurrent van Dolby-C.
HighCom is een breedbandcompander, die werkt over het gehele frequentiespectrum. Het HighCom-systeem werd en wordt toegepast in Duitse consumer-apparatuur van de betere klasse, zoals de Telefunken TC750 of de Telefunken RC200 cassettespelers. Het blokschema van het HighCom-systeem is voorgesteld in figuur 10-308. Twee compander-systemen zijn in cascade geschakeld. Iedere compander is voorzien van een hoogdoorlaat filter, waardoor de compressie afhankelijk wordt van de frequentie en wel in drie banden: tussen 50 Hz en 1 kHz; tussen 1 kHz en 10 kHz en groter dan 10 kHz. De blokken C en D stellen de- en pre-emphasis filters voor, die een extra aanpassing aan de frequentiekarakteristiek van het medium verzorgen. HighCom biedt een verbetering van de S/R-verhouding van ongeveer 20 dB. In principe heeft dit Telefunken-systeem de beste ruisonderdrukkende eigenschappen van alle ruisonderdrukkingssystemen. De compander-karakteristiek is getekend in figuur 10-309.



Figuur 10-309: HighCom (2).

High efficiency Engels voor hoog rendement. Een schakeling kan het stempel "High efficiency" verdienen als het rendement van deze schakeling hoger is dan deze van schakelingen die een vergelijkbare functie uitvoeren. Zo is het rendement van een geschakelde voeding hoger dan die van een traditioneel geregelde voeding en kan men een geschakelde voeding dus "high efficiency" noemen.

High fidelity Engels voor hoge getrouwheid. Een term, afgekort tot HiFi, die te pas en te



Figuur 10-308: HighCom (1).

onpas wordt gebruikt om aan te geven dat een versterker met minimale vervorming werkt en het geluidssignaal dus zo getrouw mogelijk weergeeft. De term HiFi is echter nergens precies omschreven, zodat het begrip volledig inhoudsloos is.

High level Engels voor hoog niveau. Wordt in de elektronica meestal gebruikt om een eigenschap van een programmeertaal weer te geven, zie high level taal.

High level formatteren Het formatteren van een data-drager, waarbij echter alleen de logische structuur van het bestandssysteem wordt aangelegd. De data-drager wordt dus voorbereid op het opnemen van gegevens. Het DOS-commando FORMAT voert een high level formattering uit.

High level taal Een programmeertaal waarbij het mogelijk is instructies in een min of meer door een leek te begrijpen syntax weer te geven. Een statament als "IF X>Y THEN .... ELSE ...." is een typisch voorbeeld van een commando uit een high level taal. Deze high level commando's zijn echter onbegrijpelijk voor een processor en moeten dus omgezet worden in machinecode.

Highlighted Letterlijk vertaald, verlicht. Gemarkeerd woord of zinsdeel op het beeldscherm dat hierdoor wordt benadrukt.

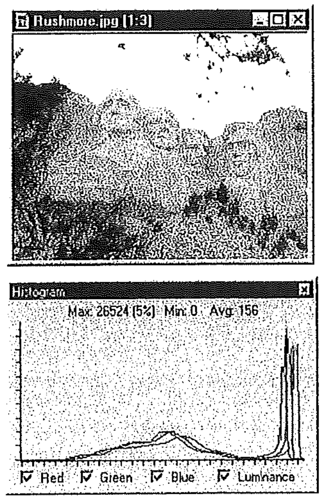
High resolution Engels voor hoge resolutie. Een term waarmee wordt aangegeven dat een beeldscherm of een printer letters en grafieken zeer nauwkeurig kan weergeven. De resolutie wordt aangegeven door het aantal puntjes (dots) dat het apparaat per inch op het scherm of op het papier kan zetten. Deze eenheid wordt afgekort tot dpi. Moderne goedkope printers hebben een resolutie van 600 dpi, terwijl er laserprinters op de markt zijn met een resolutie van 1.800 dpi. Beeldschermen hebben een veel lagere resolutie, namelijk 72 dpi.

High speed Engels voor hoge snelheid, afgekort tot HS. Een term waarmee wordt aangegeven dat schakelingen zeer snel werken, wordt voornamelijk gebruikt in de digitale techniek.

High tension Engels voor hoogspanning, afgekort tot HT. Officieel is er sprake van hoogspanning als er tussen twee punten een spanning staat van meer dan 500 V.

Highway Letterlijk vertaald snelweg. Een centrale zeer snelle glasvezelverbinding over een grote afstand, waardoor geografisch verspreide computers hun gegevensstromen versturen.

Hiss Een bepaald soort ruis, die veroorzaakt wordt door willekeurige hoogfrequente fluctuaties in een stroom.



Figuur 10-310: Histogram.

Histogram In het algemeen een staafvormige grafiek, waarin de verdeling van een grootheid wordt uitgezet in functie van een andere grootheid. De hoogte van iedere staaf stelt de hoeveelheid voor van de eerste grootheid die voorkomt in een bepaald interval van de tweede grootheid. Niet ieder histogram werkt echter met staven. In figuur 10-310 is bijvoorbeeld een histogram getekend, waarin de aanwezigheid van de basiskleuren zwart, cyaan, magenta en geel in een JPEG-tekening wordt uitgezet in functie van de breedte en de hoogte van de tekening.

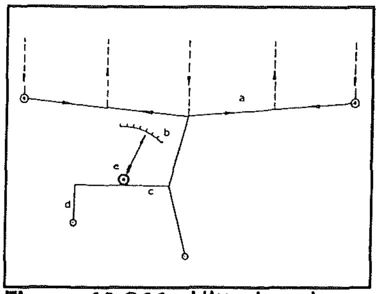
Hit rate Het aantal keren dat een bepaalde gebeurtenis plaats vindt. In de computerterminologie wordt met hit-rate bijvoorbeeld aangeduid hoe vaak het systeem gegevens in de geheugen-cache heeft kunnen opvragen zonder een beroep te moeten doen op een leescyclus naar de harde schijf.

Hittedraad meter Een stroommeter, waarvan de werking berust op de uitzetting van een metalen draad ten gevolge van de verwarming die de erdoor vloeiende stroom veroorzaakt, zie figuur 10-311. De lengteverandering wordt overgebracht op een wijzer. Het grote voordeel van een hittedraad meter is zijn robuustheid en het feit dat de meter zowel voor wissel- als voor gelijkstroom te gebruiken is. Bovendien zal de meter altijd de effectieve waarde van de wisselstroom aangeven, zodat vrij ingewikkelde schakelingen die de effectieve waarde van de wisselstroom berekenen niet noodzakelijk zijn.

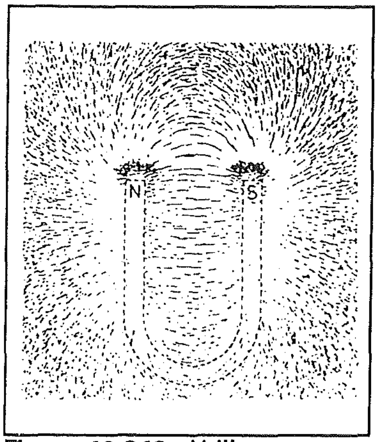
H-lijnen Algemene benaming voor de veldlijnen van een magnetisch veld.
In figuur 10-312 is het magnetisch veld rond een hoefijzervormige magneet getekend en

A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z

zijn duidelijk de H-lijnen te zien. Dit plaatje wordt verkregen door een stuk karton over de magneet te leggen en dit te bestrooiën met ijzervijlsel.



Figuur 10-311: Hittedraad meter.

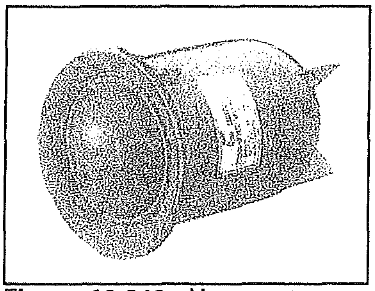


Figuur 10-312: H-lijnen.

HMA Afkorting van High Memory Area. Een gebied van 65.520 byte in het geheugen van een PC, dat boven de 1 MB ligt. Dit gebied kan door MS-DOS worden gebruikt als een extra 10 % uitbreiding van het basisgeheugen dat tot 640 kB loopt. Hierin kunnen drivers worden geladen, waardoor meer geheugenruimte vrij komt voor programma's. Dit geheugen komt beschikbaar door de driver HIMEM.SYS te installeren.

Hoge frequenties Afkorting HF, officieel het frequentiegebied tussen 3 MHz en 30 MHz. In de dagelijkse praktijk noemt men echter alles HF dat boven 3 MHz ligt.

Hogere taal Een programmeertaal waarbij het mogelijk is instructies in een min of meer door een leek te begrijpen syntax weer te geven. Een statament als "IF X>Y THEN .... ELSE ...." is een typisch voorbeeld van een commando uit een high level taal. Deze high level commando's zijn echter onbegrijpelijk voor een processor en moeten dus omgezet worden in machinecode.



Figuur 10-313: Hoge tonen luidspreker.

Hoge tonen luidsprekers Luidsprekers, ook tweeters genoemd, gemaakt volgens een speciale technologie die hun uiterst geschikt maakt voor het weergeven van signalen met frequenties tussen 2 kHz en 20 kHz. Er zijn twee uitvoeringen op de markt. De eerste is de zogenaamde membraanluidspreker, waarbij de conus is teruggebracht tot een membraan onder de vorm van een kleine halve bol, zie figuur 10-313. Deze luidsprekers worden ook dome-tweeters genoemd. De membraan-massa is zo klein dat deze luidsprekers tot 25.000 Hz kunnen weergeven en uitstekend in staat zijn om snelle piekvormige signalen zonder vertraging te verwerken. De tweede uitvoering is de zogenoemde hoornluidspreker, waarbij de speciale vorm van de hoorn er voor zorgt dat signalen in het genoemde frequentiegebied worden versterkt. Het rendement van dergelijke luidsprekers is dan ook vrij hoog, hetgeen betekent dat voor eenzelfde hoeveelheid toegevoerde elektrische energie deze luidsprekers een hogere geluidsdruk produceren dan andere modellen.

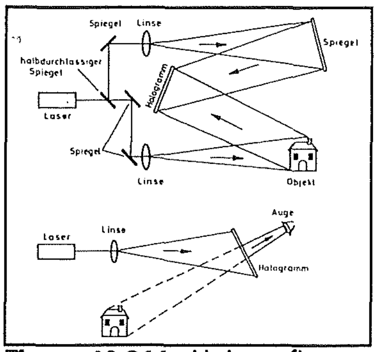
Hold Een signaal waarmee men kan voorkomen dat gegevens uit een geheugen-element (flip-flop) verwijderd kunnen worden.

Hold-off signaal Een signaal dat hertriggering van een bepaalde schakeling (bijvoorbeeld een monostabiele multivibrator) gedurende een bepaalde tijd onderdrukt.

Hold-tijd De minimale tijd die een signaal op een bepaalde logische waarde moet worden gehouden om het gevolg van die logische waarde in ieder geval te laten plaatsvinden. Heeft men bijvoorbeeld een teller met een actief-lage resetingang, dat zal men deze reset gedurende minstens de holdtijd van deze ingang "L" moeten maken om er zeker van te zijn dat de schakeling daadwerkelijk gereset wordt.

Holografie Een belangrijke toepassing van laserlicht is de holografie, de vorming van driedimensionale afbeeldingen die dezelfde diepte vertonen als de echte voorwerpen. Absolute voorwaarde voor de werking is dat gefotografeerd wordt met licht van één golflengte en vandaar dat het gebruik van laserlicht noodzakelijk is. Zoals uit de holografische opstelling van figuur 10-314 blijkt, wordt het laserlicht door middel van een half-doorlatende spiegel in twee bundels gesplitst. Een deelbundel wordt via spiegels en een lens naar de fotogevoe-

lige plaat, het hologram, geleid. De lens zorgt ervoor dat de smalle laserstraal wordt verbreed, zodat het volledige hologram gelijkmatig wordt belicht. De tweede halve bundel belicht het te fotograferen object. Uiteraard zal dit object het licht terug kaatsen en dit teruggekaatste licht valt in op het hologram. Het hologram wordt dus door twee bundels belicht. Licht kan men beschouwen als opgebouwd uit golven. Deze golven gehoorzamen aan de algemene wetten van de golftheorie. Een van de wetten van deze theorie zegt dat twee golven met een identieke frequentie (en daar voldoet het mono-chromatische licht van een laser aan) met elkaar interfereren. Als deze interferentie "constructief" is zullen beide golven elkaar versterken en ontstaat er een beeld op het hologram. Als de interferentie "destructief" is, zullen de twee bundels elkaar opheffen en ontstaat geen beeld op het hologram. Op deze manier ontstaat een interferentie-patroon op de gevoelige plaat, dat een weergave bevat van de driedimensionele afmetingen van het gefotografeerde voorwerp.
Door de fotografische plaat te ontwikkelen wordt het interferentie-patroon vastgelegd in de zilverlagen van de fotografische emulsie.
Als men nadien het ontwikkelde en gefixeerde hologram verlicht met ***gewoon*** licht, ontstaat er achter het hologram een schijnbaar beeld dat een driedimensionale voorstelling is van het gefotografeerde voorwerp. Het unieke is nu dat dit virtuele beeld niet statisch is. Bekijkt men het hologram vanuit een andere hoek, dan zal men een heel ander perspectief van het voorwerp zien, men kan dus als het ware om het virtuele beeld heen lopen door het hologram steeds vanuit een andere hoek te bekijken.

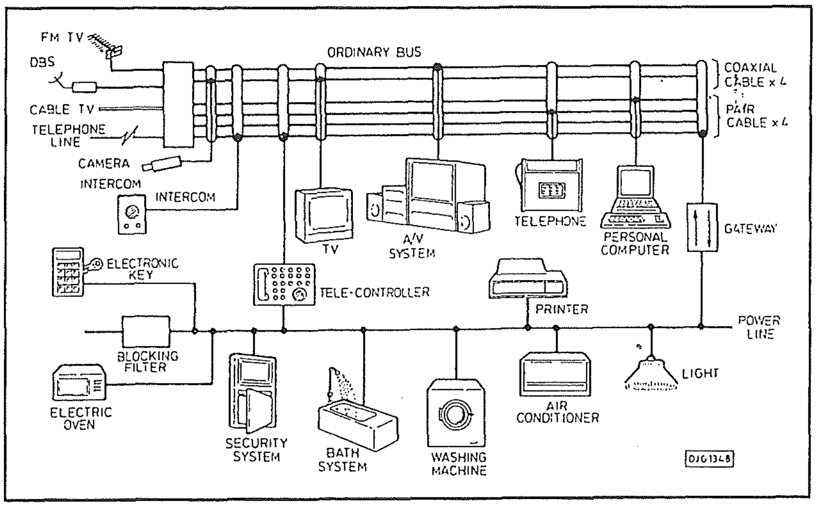


Figuur 10-314: Holografie.

Home Letterlijk vertaald huis. Een vaak gebruikt woord bij tekstverwerkers om de toets aan te duiden waarmee men de cursor terug kan sturen naar de eerste regel en eerste letter van het document.

Home-bus Een systeem waarbij door het gehele huis een bus wordt aangelegd, bestaande uit diverse aders. Alle elektronisch werkende apparatuur wordt op deze bus aangesloten en kan met elkaar en met centraal opgestelde afstandsbedieningen communiceren. Via de home-bus kan men bijvoorbeeld vanuit de luie stoel de voordeurverlichting inschakelen als er gebeld wordt of kan men de rolgordijnen in de slaapkamer bedienen. Het begrip home-bus zal de consumenten-elektronica van de volgende jaren in belangrijke mate gaan bepalen. In Japan zijn reeds door verschillende concerns home-bussen ontworpen en ook Philips heeft zich in de normenstrijd gemengd met een eigen systeem. Omdat echter, zoals dat heet, de consumentenmarkt er nu nog niet rijp voor is, blijven deze systemen voorlopig in de laboratoria opgesloten. De meeste systemen die door de grote elektronica-concerns worden voorgesteld maken gebruik van processorbesturing. Bovendien werken sommige systemen met de netspanning als bus. Dat is uitermate handig omdat deze spanning overal in huis beschikbaar is en er dus geen extra bedrading moet worden aangebracht. De informatie wordt in seriële vorm op de netspanning gemoduleerd en kan nadien weer gedemoduleerd worden. Het grote probleem is echter dat dergelijke systemen een internationale standaardisatie nodig hebben om te kunnen doorbreken. Deze standaardisatie is op dit moment nog niet gerealiseerd. Er zijn wél al een groot aantal systemen voorgesteld. Het ***Arigo-systeem*** van IBM is een verdere ontwikkeling van het LON-WORKS-netwerkconcept. Werkt met een 125 kHz tot 140 kHz modulatie op het 50 Hz net, kan maximaal 32.000 "Stations" per home-bus aansturen. De ***BatiBUS***, een Frans systeem, maakt gebruik van een home-bus die is samengesteld uit een twisted-pair. Het systeem laat toe 240 verschillende adressen voor aangesloten apparatuur te selecteren. De 15 V voedingsspanning wordt via de bus verdeeld naar de aangesloten ontvangers en zenders. Het netwerk kan een maximale lengte van ongeveer 2,5 km hebben, de data's bestaan uit seriële codes van minimaal 1 en maximaal 25 bytes. Het verzenden van één data duurt maximaal 0,2 s. ***EIB*** is de afkorting van "European Installation Bus" en is een poging tot Europese standaardisatie. In de meest eenvoudige

uitvoering ondersteunt EIB 64 afzonderlijke apparaten, die met een transmissiesnelheid van 9,6 kbit/s met elkaar communiceren. Door middel van koppelmodulen kan men diverse eenheden van 64 apparaten aan elkaar koppelen. Ook EIB maakt gebruik van een home-bus die bestaat uit een twisted-pair kabel, die de signalen en de voeding transporteert. ***Magic Control*** is een door het Duitse bedrijf Grewe ontwikkelde home-bus, die gebruikt maakt van een PC voor het bedienen en besturen van alle aangesloten ontvangers. Het systeem maakt gebruik van infrarood verbindingen en in iedere ruimte moet dus een vrij krachtige IR-zender worden opgenomen. Deze zenders worden rechtstreeks gestuurd uit de interface van de PC. ***PHILIN*** is de afkorting van "Philips Integrated Local Area Network". Dit home-bus systeem werkt met een glasvezelkabel, waarop de adressen en data met een klok-frequentie van 20,48 MHz worden getransporteerd. De bitstroom is verdeeld in rasters van 125 μs lengte, die ieder 320 bytes van 8 bit bevatten. ***HBS*** is een Japanse poging tot standaardisatie. Dit systeem wordt "Home Bus System" genoemd. In de maximale configuratie bevat deze home-bus vier coaxiale kabels voor de verzending van radio- en TV-signalen en vier twisted-pair kabels voor het transport van de besturingssignalen. Een blokschematische voorstelling van dit systeem is getekend in figuur 10-315. ***D2B*** is een door Philips en Matsushita voorgestelde home-bus die luistert naar de naam "Domestic Digital Bus". Het is een poging diverse systemen met elkaar te verenigen, zoals HBS, EIB en het Amerikaanse CE-bus. Het systeem is ontwikkeld in nauw overleg met de internationale IEC (International Electrotechnical Commision), zodat het zou kunnen uitgroeien tot dé internationale standaard.
De D2B home-bus heeft een maximale lengte van 150 m en er kunnen 50 apparaten op worden aangesloten. Het systeem werkt met een transmissiesnelheid van 7,7 kbyte/s. Het D2B-concept werkt met een twee-aderige kabel, opgebouwd uit een signaal-ader en een massa-ader. Het principe van het netwerk is dat de home-bus wordt doorgelust van apparaat naar apparaat. Ieder apparaat heeft dus de beschikking over twee busconnectoren.
Een unieke mogelijkheid van het D2B-systeem is dat het de bedoeling is dat er speciale telefoontoestellen worden ontwikkeld, die op de home-bus kunnen worden aangesloten. Men kan dan het systeem programmeren door middel van het toetsenbord van een dergelijke telefoon.



Figuur 10-315: Home-bus.

Homepage De titel- en introductie-pagina van een WWW-site op het Internet.

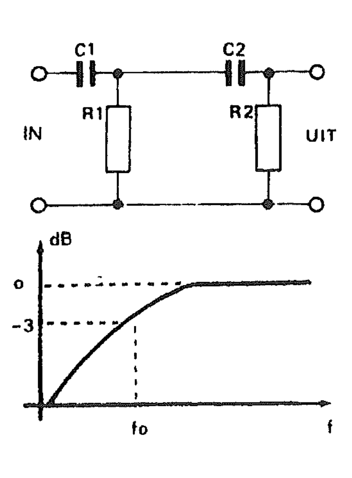
Hoofdtelefoon Een apparaat dat dusdanig op het hoofd geklemd kan worden dat twee kleine luidsprekertjes samenvallen met de oren. Een hoofdtelefoon laat toe zonder hinder te veroorzaken naar muziek te luisteren.

Hoogdoorlaat filter Is een schakeling, die alleen frequenties boven een bepaalde waarde zal doorlaten en alle frequenties onder deze bepaalde frequentie zal sperren. In de praktijk is het echter onmogelijk een dergelijke scherpe scheiding tussen doorlaten en sperren te realiseren. In figuur 10-316 is een voorbeeld van een eenvoudig hoogdoorlaat filter getekend. De twee RC-netwerken zullen, door het feit dat ze een frequentie-afhankelijke spanningsdeler vormen, de lage frequenties verzwakken en de hoge onveranderd doorlaten. De frequentie f0, dat is de frequentie waarbij de verzwakking gelijk is aan 3 dB, noemt men de kantelfrequentie van het filter.

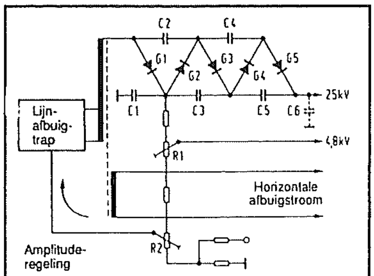
Hoogfrequente voormagnetisatie Wordt toegepast bij het opnemen op cassetterecorders om de vervorming die

ontstaat ten gevolge van de zeer gebogen magnetisatiekarakteristiek van de band te verminderen. Hiertoe wordt het op te nemen signaal gemengd met een zuivere wisselspanning met een frequentie ver boven het hoorbare gebied. Het gevolg is dat het magnetisatiebereik van de band verschuift naar het lineaire gedeelde van de B-H karakteristiek.

Hoogspanning Officieel noemt men iedere spanning die groter is dan 500 V een hoogspanning.

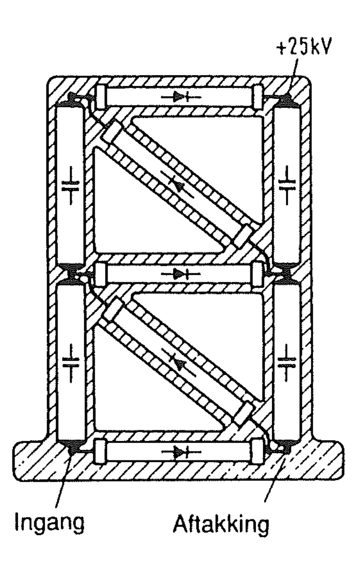


Figuur 10-316: Hoogdoorlaat filter.

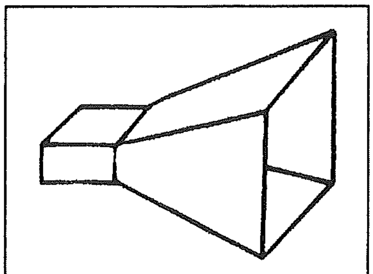


Figuur 10-317: Hoogspanningscascade (1).

Hoogspanningscascade Een bij TV-ontvangers toegepaste schakeling die de vele tientallen kV hoge naversnellingsspanning van de beeldbuis genereert. De cascade bestaat uit een spanningsvermenigvuldiger, gevoed uit een wikkeling van de lijntrafo. Het schema van een typische cascade is getekend in figuur 10-317. De onderdelen van de cascade, dioden en condensatoren, worden meestal ingegoten in kunsthars en hebben de specifieke vorm van figuur 10-318.



Figuur 10-318: Hoogspanningscascade (2).

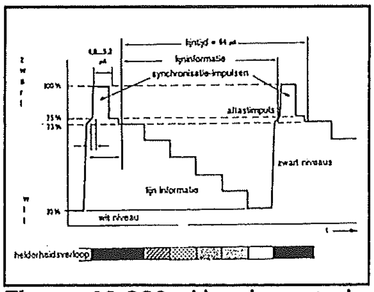


Figuur 10-319: Hoorn antenne.

Hoorn antenne Is een speciaal voor zeer hoge frequenties ontworpen antenne, die de vorm van een hoorn heeft, zie figuur 10-319. Deze antenne kan rechtstreeks op een golfpijp worden aangesloten, waardoor de verliezen tot een minimum beperkt worden.

Horizontale afbuiging Het systeem dat er voor zorgt dat de lichtspot in een beeldbuis in horizontale richting over het scherm wordt verplaatst.

Horizontale syncpuls De puls in het video-signaal, die er voor zorgt dat de lichtstip, na het schrijven van een horizontale lijn over het scherm van de beeldbuis, terug springt naar de linker beeldrand en aan een volgende lijn begint. Deze puls zorgt er bovendien voor dat de afbuiging synchroon verloopt met de afbuiging in de TV-camera die het beeld opneemt. De vorm van de horizontale syncpuls in een video-signaal is weergegeven in figuur 10-320.



Figuur 10-320: Horizontale syncpuls.

Horizontale versterker De versterker in een TV die het vermogen levert voor het aansturen van de horizontale afbuigspoelen en die de spanning levert waaruit de hoogspanning wordt afgeleid.

Host Letterlijk vertaald gastheer. In een computernetwerk de computer waarop te laden bestanden staan, die door de overige computers uit het netwerk opgevraagd kunnen worden. Een host hoeft dus niet de server van het netwerk te zijn! De

server is de computer die het netwerk beheert en in stand houdt.

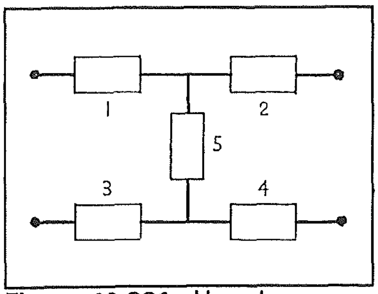
Host adapter Een uitbreidingskaart voor een computer, die de koppeling tot stand brengt tussen een gastheer en een externe bus. Een typisch voorbeeld van een host adapter is een SCSI-insteekkaart, die de koppeling regelt tussen de SCSI-bus en een SCSI-loopwerk.

Hot carrier In een halfgeleidend materiaal een ladingsdrager (elektron of gat) waarvan de energie hoger is dan die van de omliggende meerderheidsladingsdragers.

Hot carrier diode Een halfgeleider diode met een metalen basis, die hot carriers ontvangt van een halfgeleidende laag. Het onderdeel schakelt zeer snel, omdat er praktisch geen minderheidsladingsdragers voorkomen die moeten afvloeien uit de junctie en daardoor de schakeleigenschappen vertragen.

HotBot Een zoekmachine op het Internet, die een bepaalde mate van kunstmatige intelligentie heeft.

Hot spot Een plaats in een materiaal dat een aanmerkelijk hogere temperatuur heeft dan de omgeving. Hot spots kunnen voorkomen in halfgeleiders en kunnen een lawine-effect op gang brengen, waardoor het onderdeel vernield wordt.



Figuur 10-321: H-pad.

Howl Een geluid dat door een luidspreker wordt geproduceerd en dat het gevolg is van acoustische of elektrische terugkoppeling. Zet men een microfoon te dicht bij de luidspreker die het microfoonsignaal weergeeft, dan ontstaat een typisch fluitend geluid dat een voorbeeld is van howl.

Howl onderdrukking Een techniek die wordt toegepast in geluidsweergevende systemen en die er voor zorgt dat het rondzingen van microfoon naar luidspreker wordt onderdrukt. De meeste systemen werken met frequentieverschuiving. Het signaal van de microfoon wordt, na voorversterker, enigszins in frequentie verschoven. Rondzingende signalen zullen dus steeds meer in frequentie gaan verschillen, waardoor de terugkoppellus wordt verbroken.

H-pad Een netwerk met de vorm van een H, zie figuur 10-321. De vijf blokjes stellen impedanties voor, die resistief, inductief of capacitief kunnen zijn.

h-parameters Afkorting van hybride-parameters, een systeem waarbij een transistor kan worden vervangen door een bepaald netwerk (vierpool), bestaande uit impedanties, spanningen, stromen en conductanties, zie figuur 10-322. De parameters van de vierpool zijn dus gemengd, want zij definiëren zowel weerstanden, geleidbaarheden als versterkingen. Vandaar dat men deze parameters *"hybriden"* noemt en men ze voorstelt door de letter h. Na de "h" volgen twee cijfers. Deze kunnen 1 of 2 zijn. Het zal duidelijk zijn dat "1" verwijst naar de ingang en "2" verwijst naar de uitgang. De hybride-parameters zijn dynamische parameters. Zij beschrijven dus de verhouding van kleine spanning- en stroomveranderingen Δ. De ***ingangsweerstand*** h_{11} van een transistortrap wordt gedefinieerd als de verhouding tussen de ingangsspanning u_1 en de ingangsstroom i_1, bij een constante uitgangsspanning. Dus: $h_{11} = u_1/i_1$ **($u_2 = 0$)**. De eenheid van deze parameter is uiteraard de ohm. De ***stroomversterking*** h_{21} is de verhouding tussen de uitgangsstroom i_2 en de ingangsstroom i_1. Men meet deze parameter bij constante uitgangsspanning, dus met u_2 gelijk aan nul. In formulevorm: $h_{21} = i_2/i_1$ **($u_2 = 0$)**. Deze hybride-parameter is gelijk aan de waarde van de stroomversterking β. Uiteraard heeft deze verhouding van stroom gedeeld door stroom geen eenheid! De ***uitgangsgeleiding*** h_{22} geeft de verhouding tussen de uitgangsstroom i_2 en de uitgangsspanning u_2 bij constante ingangsstroom, dus met i_1 gelijk aan nul. In formule: $h_{22} = i_2/u_2$ **($i_1 = 0$)**. De uitgangsgeleiding heeft als eenheid de S (Siemens) en is niets andere dan een omgekeerde weerstand. De ***spanningsterugwerking*** h_{12} wordt gedefinieerd als de verhouding tussen de ingangsspanning u_1 en de uitgangsspanning u_2 en dit bij constante ingangsstroom, dus met i_1 gelijk aan nul. In formule: $h_{12} = u_1/u_2$ **($i_1 = 0$)**. De spanningsterugwerking beschrijft de interne fysische terugkoppeling tussen de uitgang van de transistortrap en de ingang. De ***steilheid*** h_{21} geeft de verhouding tussen de uitgangsstroom i_2 en de ingangsspanning u_1, bij constante uitgangsspanning, dus bij u_2 gelijk aan nul. In formule: $h_{21} = i_2/u_1$ **($u_2 = 0$)**. De steilheid is dus een verhouding van stroom op

spanning en wordt bijgevolg uitgedrukt in S.

HPGL Afkorting van "Hewlett Packard Graphic Language". Een printerbesturingstaal die door HP werd ontwikkeld voor plotters en die tegenwoordig ook geschikt is voor het aansturen van laserprinters.

HPIB Afkorting van "Hewlett Packard Interface Bus", een bus die in de industrie en het laboratorium wordt gebruikt voor het aan elkaar koppelen van meetinstrumenten.

HPS Afkorting van "High Performance Scaling", een techniek om twee- en driedimensionale tekeningen te schalen, dus groter of kleiner te maken, die werd ontwikkeld door Philips en toegepast in chip's voor digitale TV.

hr Afkorting van het Engelse woord hour, hetgeen uur betekent.

HT Afkorting van High Tension, hoogspanning.

HTL Afkorting van "High Threshold Logic", een serie logische schakelingen die gekenmerkt wordt door goed gedefinieerde, er ver uit elkaar liggende niveaus voor "L" en "H" en die dus zeer ongevoelig zijn voor storingen.

HTML Afkorting van "Hyper Text Markup Language". Een taal waarin documenten kunnen worden geschreven die inleesbaar zijn in web-browsers. Kenmerken van HTML zijn dat de instructies voor het vormgeven van de tekst, voo r het in de tekst invoegen van tekeningen en voor het aanbrengen van "links" (verwijzingen naar andere teksten of tekeningen) tussen <- en >-haakjes staan. Een typisch voorbeeldje van een tekst die geformatteerd is met HTML-instructies is weergegeven in figuur 10-323.

Hub Een schakeling in een netwerk, die verantwoordelijk is voor het verdelen en eventueel versterken van de signalen die over het netwerk verstuurd worden.

Hue Engels voor kleurschakering. In grafische programma's voorkomende menu-optie, waarmee men de kleurtint van een voorwerp of een beeldpunt kan instellen.

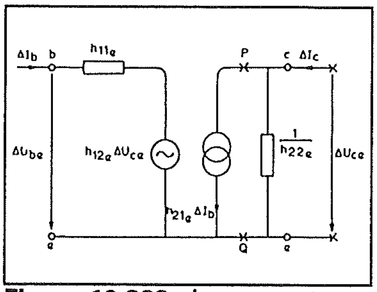
```
<HTML>
<HEAD>
<TITLE>UITGEVERIJ VEKA BV</TITLE>
<!Deze pagina is gemaakt door Vego, Eijsden>
</HEAD>

<BODY BACKGROUND="BACK.GIF>
<H1 ALIGN="CENTER">UITGEVERIJ WEKA BV STELT ZICH VOOR
<HR SIZE="5" NOSHADE WIDTH="430"></H1>
<H2><U>De organisatie</U></H2>
<B>Uitgeverij WEKA BV maakt deel uit van de internationale WEKA-groep met vestigingen in
Duitsland, Frankrijk, Nederland, Zwitserland, Itali&#235;, Belgi&#235;, Oostenrijk en
Amerika.</B>
<HR SIZE="5" NOSHADE>
<><U>De producten</U></H2>
<B>Uitgeverij WEKA BV is gespecialiseerd in het uitgeven van losbladige naslagwerken,
waarop men zich kan abonneren en die vier tot zes maal per jaar worden aangevuld met
actuele informatie.</B>
<HR SIZE="5" NOSHADE>
<H2><U>Nieuw!</U></H2>
<B>Als dynamische, markgerichte uitgeverij is Uitgeverij WEKA BV steeds bezig met het
verkennen van de markt en het inspelen op actuele behoeften. Een van de nieuwste
aanwinsten in het sterk groeiende Fonds is het &#34;Praktijkhandboek Data Acquisitie en
Besturing met de PC&#34;.</B>
<HR SIZE="5" NOSHADE>
<H2><U>Kontact leggen</U></H2>
<B>Uitgeverij WEKA BV is gevestigd op een gloednieuw bedrijventerrein te Amsterdam:
<BR>Zekeringstraat 21
<BR>1014 BM Amsterdam
<BR>Telefoon: 020-6867131
<BR>Fax: 020-6864008</B>
</BODY>|
</HTML>
```

Figuur 10-323: HTML.

Huid effect Nederlandse vertaling van skin-effect, zie aldaar.

Hulpdraaggolf Is bij KTV de extra draaggolf, die gemoduleerd wordt met de informatie over de kleur van de beeldpunten die in één lijn naast elkaar worden geschreven. Deze hulpdraaggolf heeft een dusdanige frequentie dat zij in het uitgezonden frequentiespectrum precies past in de "gaten" van de hoofddraaggolf.



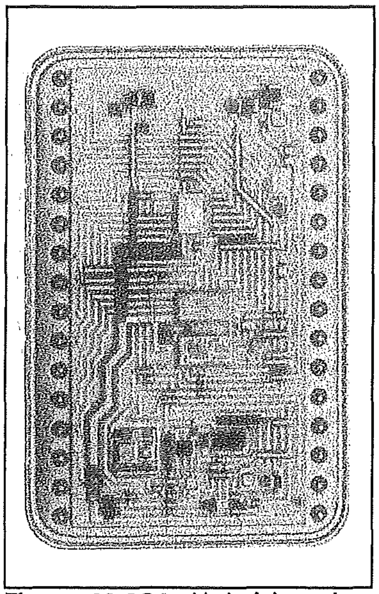
Figuur 10-322: h-parameters.

Hum Engels voor brom, een stoorsignaal met een frequentie van 50 Hz of 100 Hz en dat ontstaat doordat niet goed afgeschermde kabels een inductiespanning oppikken van het overal aanwezige elektromagnetisch veld van de netspanning.

HVIC Afkorting van "High Voltage Integrated Circuit". IC's vervaardigd volgens een speciale technologie (bijvoorbeeld diëlectrische isolatie en extra junctie-isolatie) die in staat zijn de netspanning van 230 V rechtstreeks te verwerken, bijvoorbeeld om er een gestabiliseerde gelijkspanning van te maken.

Hybride-schakeling In de eerste betekenis wordt met een hybride schakeling een geïntegreerde schakeling bedoeld, waar intern twee of meer chips (de kristallen, waarin de schakeling verborgen zit) aanwezig zijn die door middel van uiterst

fijne gouddraadjes met elkaar doorverbonden zijn. Figuur 10-324 geeft een foto van een zeer complex IC, dat is opgebouwd uit verschillende chips en dus hybride wordt genoemd. De tweede betekenis van hybride schakeling is een schakeling, die is opgebouwd uit een combinatie van onderdelen uit een verschillend technologisch tijdperk, bijvoorbeeld een schakeling die buizen combineert met transistoren of een schakeling die transistoren en IC's bevat.



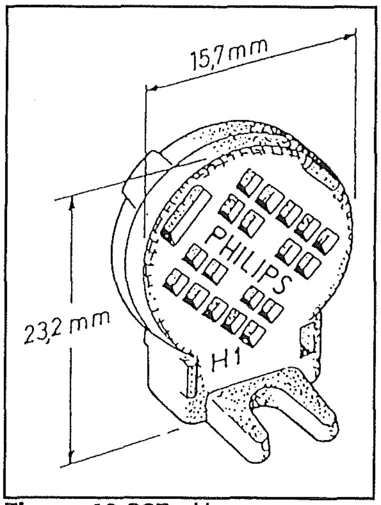
Figuur 10-324: Hybride-schakeling.

Hydrolyse Het elektrochemisch proces, waarbij een waterachtige vloeistof, die wordt blootgesteld aan een potentiaal verschil, uit elkaar zal vallen in positieve ionen en negatieve elektronen. Hierdoor wordt de vloeistof geleidend en kan er elektrolyse ontstaan. Hydrolyse is dus in feite de eerste stap in het proces van elektrolyse.

Hygrometer Een meter waarmee men vochtigheidsgraden kan meten.

Hygroscopisch De eigenschap van een materiaal om de vochtigheid van de lucht in zich op te nemen. Hygroscopische grondstoffen worden gebruikt bij de fabricage van hygrosensoren, zie aldaar.

Hygro-sensor Een sensor waarmee men de natuurkundige eigenschap vochtigheidsgraad kan omzetten in een elektrische grootheid. Hygro-sensoren, gebruikt in elektronische weerstations, werken volgens het capacitieve principe. De capaciteit van de sensor wordt omgezet in een pulsbreedte en vergeleken met de pulsbreedte van een referentie-oscillator. Het verschil in pulsbreedte wordt nadien omgezet in een spanning, waarmee men een analoge of digitale meter kan sturen. Philips is de enige fabrikant die een goedkope elektronische vochtigheidssensor met type-codering H-1 op de markt brengt. In de behuizing van figuur 10-325 zit een condensator ten grootte van een kwartje. Deze is opgebouwd uit twee gouden elektroden die opgedampt zijn aan weerszijden van een dunne hygroscopische kunststof folie. Deze folie vormt het diëlectricum van de condensator. Dit materiaal zal, vanwege de hygroscopische eigenschappen, de vochtigheid van de lucht in zich opnemen. Vandaar dat de behuizing aan weerszijden van een groot aantal kleine gaatjes is voorzien, zodat de lucht zich gemakkelijk een weg kan banen rond de condensator. De waarde van de capaciteit van de condensator is afhankelijk van de grootte van de elektroden, de afstand tussen de beide elektroden en de diëlectrische constante van het diëlectricum. Onder invloed van de luchtvochtigheid wijzigt niet alleen de diëlectrische constante van de folie maar ook de dikte ervan, zodat de capaciteit van de condensator afhankelijk wordt van de vochtigheid van de lucht. De capaciteit van de condensator bedraagt ongeveer 120 pF en verandert met ongeveer 45 pF over het volledige theoretische bereik van 0 tot 100 % relatieve luchtvochtigheid. De relatie tussen de capaciteit van de sensor en de luchtvochtigheid is echter niet-lineair en zit er bovendien erg veel typegebonden spreiding op. Onder normale omstandigheden meet men echter tussen 30 % en de 70 %, een gebied waarin de sensor tamelijk lineair werkt.



Figuur 10-325: Hygro-sensor.

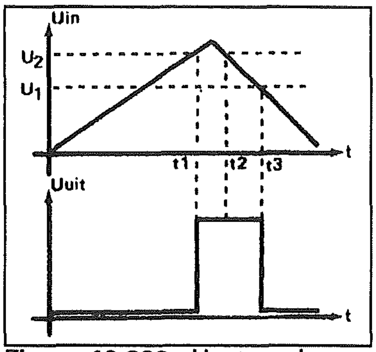
Hyperband Een golflengteband, gelegen tussen de VHF- en UHF-banden, die wordt gebruikt bij het transport van TV-signalen via de kabel. De band bestrijkt het frequentiegebied van 300 MHz tot 470 MHz en bevat de kanalen S21 tot en met S41.

Hyperlink Een begrip uit de HTML-taal (zie aldaar). Een hyperlink is een verwijzing in een tekst naar een andere tekst, naar een illustratie, naar een

bestand, naar een geluidsfragment, naar een videofragment of zelfs naar een andere computer. De hyperlinks worden meestal onderstreept weergegeven. Klikt men met de muis op de hyperlink, dan zal de web-browser automatisch naar de andere tekst of computer gaan, de illustratie, het geluids- of videofragment in een afzonderlijk venstertje openen of het bestand waar wordt naar verwezen naar de harde schijf copiëren. Naast hyperlinks in HTML kent men natuurlijk ook hyperlinks in help-bestanden, etc.

Hypertekst Tekst waarin gebruik wordt gemaakt van hyperlinks, zie aldaar.

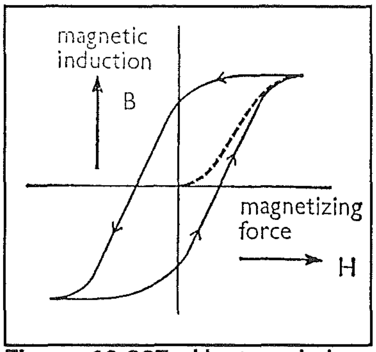
Hysteresis Is het verschijnsel, dat de uitgang van een schakeling anders op de ingang reageert als de ingangsspanning stijgt, dan wanneer de ingangsspanning daalt. In figuur 10-326 is het hysteresis-effect van een Schmitt-trigger verklaard. In deze figuur worden de in- en de uitgangsspanning van zo'n schakeling met elkaar vergeleken. Als de ingangsspanning lager is dan U2, dan is de uitgangsspanning gelijk aan nul. Als de ingangsspanning groter wordt dan U2, dan springt de uitgang naar een hoog niveau. Als de ingangsspanning weer daalt, dan blijft de uitgangsspanning hoog, ook als de spanning op de ingang kleiner wordt dan U2. Eerst als de spanning die men aan de schakeling toevoert kleiner wordt dan U1, zal de uitgang omschakelen naar de ruststand. Het spanningsverschil tussen U1 en U2 noemt men de spanningsdrempel van de Schmitt-trigger.



Figuur 10-326: Hysteresis.

Hysteresis De eigenschap van een ferromagnetisch materiaal dat de magnetische inductie B niet alleen afhankelijk is van de magnetische veldsterkte H, maar ook van de toe- of afname van deze veldsterkte. Als een veldsterkte H1 een inductie B1 tot gevolg heeft en laat men de veldsterkte stijgen tot H2, dan zal de inductie stijgen tot B2. Laat men nadien de veldsterkte weer afnemen tot H1, dan zal de inductie niet terug gaan naar B1, maar een iets hogere waarde aanhouden.

Hysteresis-lus De grafiek die het verband geeft tussen de magnetische veldsterkte H in een ferro-magnetisch materiaal en de daardoor veroorzaakte magnetische inductie B. Vanwege de hysteresis van het materiaal (zie aldaar) zal de grafiek het typische lusvormige verloop van figuur 10-327 hebben.



Figuur 10-327: Hysteresis-lus.

Hz Afkorting voor Hertz, zie aldaar.

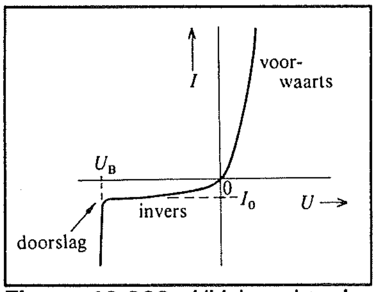
I

i Symbool voor wisselstroom of in functie van de tijd variërende gelijkstroom.

I Symbool voor gelijkstroom.

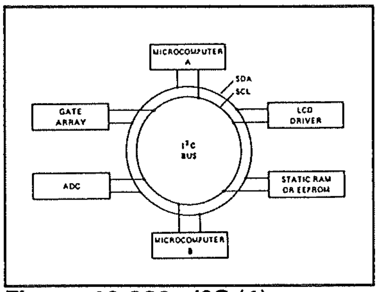
I/O Afkorting van "Input/Output". In het algemeen benaming voor alle apparatuur die via een bus wordt aangesloten op een computer en die via deze bus kan communiceren met de centrale processor.

I/U-karakteristiek Een karakteristiek die het verband geeft tussen de spanning over een onderdeel en de stroom die door het onderdeel vloeit, als gevolg van deze spanning. In figuur 10-328 wordt bijvoorbeeld de I/U-karakteristiek gegeven van een diode. Zoals uit deze figuur blijkt, wordt de spanning U meestal op de horizontale as uitgezet.



Figuur 10-328: I/U-karakteristiek.

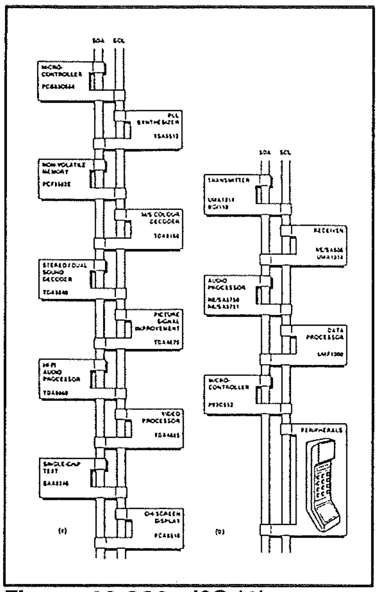
I²C Afkorting van "Inter-IC-bus", een door Philips ontwikkelde bus die via twee leidingen IC's met elkaar kan verbinden. Steeds meer elektrische apparatuur wordt voorzien van elektronische besturingen. Niet alleen op het gebied van telecommunicatie en industriële elektronica, maar vooral ook in auto's en consumentenartikelen wordt nu de één of andere vorm van digitale besturing toegepast. Als intelligente besturing wordt meestal een microprocessor of microcontroller gebruikt.
De aangestuurde kant bestaat uit periferie-schakelingen, zoals onder andere LCD-drivers, in- en uitgangspoorten, RAM's, EEPROM's, data-omzetters, DTMF-generatoren of digitale afstemeenheden voor radio en televisiesystemen. Het ligt dus voor de hand om op dit gebied zoveel mogelijk te standaardiseren. Onder leiding van Philips is de zogenaamde I²C-bus tot stand gekomen, die ook door een aantal andere fabrikanten wordt ondersteund zoals Intel, Valvo en SGS-Thomson. De IC's met deze I²C-bus zijn allemaal voorzien van een "on-chip" interface, waardoor ze op een efficiënte manier via een eenvoudige, bidirectionele 2-draads bus met elkaar kunnen communiceren. Het basisprincipe van deze bus is getekend in figuur 10-329. Op dit moment zijn reeds honderden IC's voorzien van deze bus-aansluiting, zodat het gerechtvaardigd is om te spreken van een standaard die zich in de dagelijkse praktijk heeft doorgezet. De I²C-bus ondersteunt IC's die met wat voor proces dan ook zijn vervaardigd en heeft onder andere de volgende kenmerken. Er zijn slechts twee buslijnen nodig: een seriële datalijn (SDA) en een seriële kloklijn (SCL). Acht bit brede gegevens kunnen serieel in twee richtingen (bidirectioneel) worden overgebracht met een snelheid van maximaal 100 kbit/s in de standaard mode of 400 kbit/s in de fast mode. Elk IC dat op de bus wordt aangesloten heeft een uniek adres, terwijl altijd een eenvoudige master/slave verhouding zal bestaan. Masters kunnen als zender of als ontvanger werken. Het is een echte multi-master bus: wanneer twee masters tegelijk een datatransport starten wordt dataverminking vermeden door botsingsdetectie en bemiddeling. Het aantal IC's dat op dezelfde bus kan worden aangesloten wordt slechts beperkt door de maximale buscapaciteit van 400 pF. Doordat iedere chip over een filter beschikt worden spikes op de datalijn onderdrukt en gaat geen informatie verloren. De I²C-bus stelt de ontwerper in staat om snel over te gaan van een functioneel blokschema tot een prototype. De IC's worden zonder extra interfacing aan de bus gekoppeld, zodat een compleet systeem eenvoudig kan worden veranderd door IC's toe te voegen of te verwijderen. Alle functionele blokken in een schema komen dus overeen met aanwezige IC's (figuur 10-330). Het ontwikkelen van de software kan worden vereenvoudigd (en versneld) door gebruik te maken van software-modulen.



Figuur 10-329: I2C (1).

Elk IC dat op de I²C-bus wordt aangesloten heeft een uniek adres, of het nu een microcontroller, LCD-driver, geheugen of een toetsenbord-interface is en kan werken als zender of als ontvanger. Tijdens datatransporten is bovendien sprake van masters en slaves. Voor een goed begrip wordt de vol-

gende terminologie aangehouden. Een zender (transmitter) is een IC dat data naar de bus stuurt.



Figuur 10-330: I2C (1).

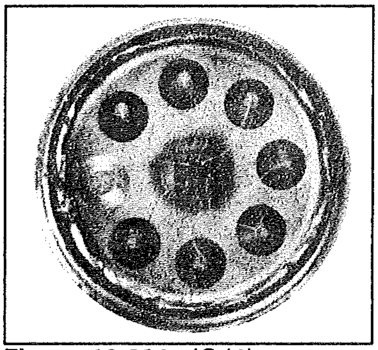
Een ontvanger (receiver) ontvangt dus data van de bus. Een master is een IC dat een dataoverdracht begint, de bijbehorende clocksignalen genereert en de overdracht beëindigt. Op dat moment is elk ander aangesloten IC een slave. De I^2C-bus is een multi-master bus. In figuur 10-329 zijn twee microcomputers (A en B) aanwezig die beide master van de bus kunnen worden. Er zijn nu twee gevallen mogelijk. Microcomputer A wil informatie overzenden naar microcomputer B, A (master) adresseert microcomputer B (slave), A (master, transmitter) zendt data naar microcomputer B (slave, receiver), A beëindigt de overdracht. Als microcomputer A informatie van microcomputer B wil ontvangen gebeurt het volgende. Microcomputer A (master) adresseert microcomputer B (slave), A (master, receiver) ontvangt data van microcomputer B (slave, transmitter), A beëindigt de overdracht. Het kan natuurlijk gebeuren dat beide microcomputers tegelijk master van de bus proberen te worden. Hierin wordt voorzien door een arbitrage-procedure. Deze berust op de "wired-AND" aansluiting van alle interfaces op de I^2C-bus: als twee of meer masters informatie op de bus proberen te zetten zal degene die het eerst een "0" produceert het winnen. De clocksignalen tijdens de arbitrage zijn een gesynchroniseerde combinatie van de door de masters gegenereerde clocksignalen. Hierbij wordt de wired-AND aansluiting op de SCL-lijn gebruikt. Voor het opwekken van clocksignalen op de I^2C-bus zijn altijd master-IC's nodig. Bij datatransport over de bus verzorgt elke master zijn eigen clocksignalen. Bus-clocksignalen kunnen alleen worden veranderd doordat zij worden uitgerekt door een langzame slave die de clock-lijn LAAG houdt of door een andere master wanneer arbitrage plaatsvindt. SDA en SCL zijn bidirectionele lijnen die beide via een optrekweerstand Rp met de positieve voedingsspanning zijn verbonden. In rusttoestand zijn beide lijnen HOOG (de signalen zijn aktief-LAAG). De uitgangstrappen van de I^2C-interfaces moeten een open-collector of opendrain hebben om de wired-AND functie mogelijk te maken.

IAL Afkorting voor "International Algebraic Language", een voorloper van ALGOL.

Ic Algemeen symbool voor collector-stroom.

IC Afkorting van "Integrated Circuit". Geïntegreerde schakelingen zijn op een halfgeleider kristal gerealiseerde functiegroepen of functies. Deze functies kunnen eenvoudige poortschakelingen zijn, maar ook zeer gecompliceerde schakelingen zoals complete microprocessoren. Naar gelang de dichtheid van integratie en de complexiteit van de gerealiseerde functies spreekt men van MSI (medium scale integration), LSI (large scale integration) en VLSI (very large scale integration). Tot de laatste categorie behoren de microprocessoren. De grote fabrikanten hebben duizenden typen IC's in hun leveringsprogramma, waarmee bijna elke denkbare logische of analoge functie is te verwezenlijken. Het kenmerk van ieder IC is, dat de onderdelen door middel van foto-chemische processen ingeëtst zijn in een plaatje halfgeleidermateriaal. Zo'n plaatje, dat slechts enige vierkante millimeter groot is, kan tegenwoordig miljoenen verschillende onderdelen herbergen en wordt chip genoemd. De foto van figuur 10-331 geeft een inkijk in een geïntegreerde operationele versterker. Duidelijk is het plaatje halfgeleidermateriaal te zien, dat door middel van uiterst fijne gouddraadjes verbonden is met de aansluitingen van het huisje van het IC. Behuizingen van geïntegreerde schakelingen zijn er in de meest uiteenlopende vormen. Figuur 10-332 geeft enige vaak gebruikte uitvoeringen. 1 - dual-in-line (DIL) met 40 aansluitpennetjes, gebruikt voor zeer gecompliceerde schakelingen, zoals microprocessors en digitale meters. 2 - 14 pens dual-in-line, de meest gebruikte uitvoering van digitale IC's, ook met 16, 18 en 24 pennetjes. 3 - mini-DIL, met 8 aansluitingen, vaak toegepast bij operationele ver-

sterkers. 4 - micro-DIL, met slechts zes aansluitpennen, voornamelijk gebruikt bij optocouplers. 5 - een versterker-IC, met geïntegreerde koelvin, een van de vele verschillende uitvoeringen van dit soort versterkers. 6 - een uitvoeringsvorm van een geïntegreerde spanningsregelaar, waarbij de in het IC opgewekte warmte wordt afgevoerd door middel van een vergrote aansluitlip. 7 - de ronde uitvoeringsvorm van IC's wordt voornamelijk toegepast voor professionele schakelingen in de lineaire techniek.



Figuur 10-331: IC (1).

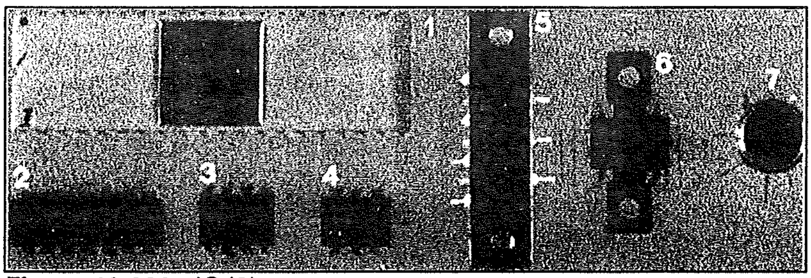
Icbo Symbool voor de inverse lekstroom die vloeit tussen de basis en de collector van een transistor, waarbij de emitter open blijft.

Iceo Symbool voor de inverse lekstroom die vloeit tussen de emitter en de collector van een transistor, waarbij de basis open blijft.

ICE Afkorting van "In Circuit Emulator". Een nabootsing van een microprocessor of een EPROM op een ontwikkelingssysteem, waarvan de aansluiting rechtstreeks op de voet van de te emuleren microprocessor of EPROM in de eigenlijke schakeling plaats vindt.

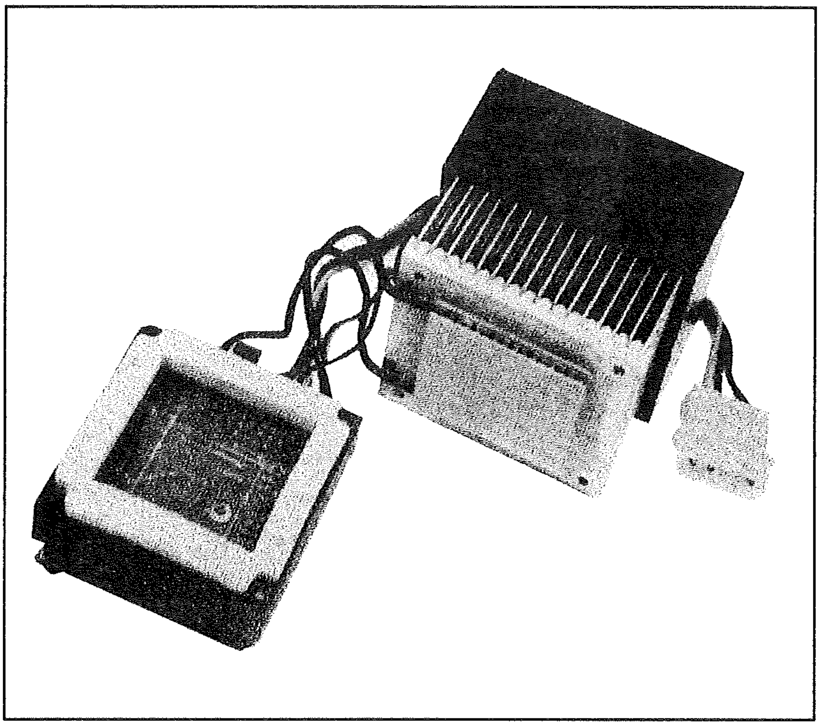
ICEC-technologie Een systeem, waarbij voornamelijk microprocessoren kunstmatig worden gekoeld door Peltierelementen. Dit is tegenwoordig, waarbij processoren op kloksnelheden van 300 MHz werken en sommige applicaties de processor volledig belasten, een noodzaak! ICEC is de afkorting van "Integrated Circuit Environmental Control". Letterlijk vertaald betekent dit "het controleren van de omgeving waarin geïntegreerde schakelingen aanwezig zijn". De "ICEC"-technologie komt er op neer dat door middel van een volledig elektronisch werkende warmtepomp de temperatuur van de processor-chip kunstmatig wordt verlaagd tot ongeveer 0 °C. Door deze lage temperatuur zal de elektronica op de chip beter functioneren en, nog belangrijker, is men in staat de chip continu volledig te belasten met bijvoorbeeld MPEG-video decodering. Het kunstmatig afkoelen van een halfgeleiderchip tot een temperatuur rond de 0 °C heeft drie belangrijke voordelen. De looptijd van de schakeling wordt geringer; de chip wordt minder blootgesteld aan mechanische spanningen; de door moderne applicaties gegenereerde extra warmteontwikkeling wordt afgevoerd. Voor het geforceerd koelen van een zo klein oppervlak als dat van een IC staan niet erg veel middelen ter beschikking. Koeling door middel van water zou theoretisch ideaal zijn, maar geeft uiteraard nogal wat technische en constructieve problemen. Geforceerde koeling met een ventilator helpt een beetje, maar is toch niet voldoende. Gelukkig heeft een Franse geleerde, Peltier genaamd, in de vorige eeuw een raar fysisch verschijnsel ontdekt. Het bleek dat elektrische stroom in staat was warmte van één oppervlak naar een ander over te brengen. Dit zogenoemde Peltier-effect vond toen geen praktische toepassingen maar staat nu, dank zij de beschreven problematiek, weer volop in de belangstelling! Beroep doende op dit Peltier-effect kan men zogenoemde Peltier-elementen maken, die op een wel zeer eenvoudige manier grote hoeveelheden warmte aan het kleine oppervlak van een chip kunnen onttrekken en deze warmte via een groter oppervlak weer kunnen afstaan aan de omgevingslucht.

Door diverse fabrikanten worden nu speciale Peltierelementen in de handel gebracht, voorzien van een ingebouwde elektronische regeling. Deze elementen zijn zo gefabriceerd, dat zij zeer eenvoudig op de behuizing van een processor-chip zijn te bevestigen. Het geheel kan gevoed worden uit de systeemvoeding van de computer. Door Velox worden deze elementen "Icecap's" genoemd. Een tweede Amerikaanse fabrikant, Cam-



Figuur 10-332: IC (2).

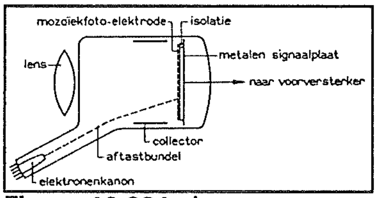
bion, brengt vergelijkbare elementen uit onder de naam "IC Cool". De samenstelling van een "Icecap" is getekend in figuur 10-333.
Deze uitvoering is speciaal ontworpen voor het koelen van Pentium-processoren. De "Icecap" bestaat uit twee delen. Het linker deel is een soort houder die over de IC-voet op het moederbord wordt aangebracht. Daarbij wordt het oppervlak van de processor eerst ingesmeerd met koelpasta. Het rechter deel bevat het Peltier-element en een temperatuursensor die contact maakt met de processor. Het rechter deel bevat bovendien de temperatuursregeling en de besturing van het Peltier-element.
De schakeling vergelijkt de door de temperatuursensor teruggekoppelde spanning met een referentiespanning. Deze referentiespanning is zo ingesteld dat de processorchip op een constante temperatuur tussen 0 °C en +4 °C wordt gehouden. Deze temperatuurregeling werkt door de stroom die door het Peltier-element wordt gestuurd te variëren. Hoe groter de stroom, hoe meer wordt gekoeld.
Een tweede comparator vergelijkt de processortemperatuur met een tweede drempelwaarde. Deze comparator stuurt de externe schakeling die verantwoordelijk is voor het instellen van de clock-frequentie. Zou de Peltier-koeling falen en de processortemperatuur tot een ontoelaatbare waarde stijgen, dan zorgt deze tweede comparator ervoor dat de clock-frequentie wordt gereduceerd.
De "Icecap" is voorzien van een standaard voedingsconnector en vraagt ongeveer 10 W uit de systeemvoeding. De regelelektronica wordt gevoed uit de +5 V systeemvoeding, het Peltier element uit de +12 V.



Figuur 10-333: ICEC-technologie.

Ico Symbool voor de collector cutoff-stroom van een transistor. Dit is de statische lekstroom van de halfgeleider.

Iconoscoop Een verouderde opneembuis voor TV-camera's. Het gevoelig oppervlak bestaat uit een metalen signaalplaat, samengesteld uit tienduizenden van elkaar geïsoleerde fotogevoelige elementjes. Het beeld wordt op deze plaat geprojecteerd. De elementjes worden min of meer geladen, afhankelijk van de hoeveelheid licht die er op valt. De plaat wordt afgetast door middel van een elektronenstraal (zie figuur 10-334). Er ontstaat een interactie tussen de negatief geladen elektronen van de bundel en de statische ladingen van de foto-elementen. Hierdoor zal er op de plaat een spanning ontstaan, waarvan de grootte in functie van de tijd wordt bepaald door de intensiteit van het opgenomen beeld.



Figuur 10-334: Iconoscoop.

Icoon Een kleine afbeelding die de werking of functie van een computer-applicatie of document voorstelt en die, door er op te klikken, de applicatie opstart of het document opent. Iconen zijn de basis van "GUI's" (Graphic User Interface), zoals GEM, Windows, OS2 of NT.

Id Symbool voor de drainstroom van een FET.

ID Afkorting van "Identification Data", een algemene term waarmee computergegevens

worden bedoeld die het formaat van een file definiëren.

IDE-interface Een interface voor het aansluiten van harde schijven op een computer. De IDE-interface is de opvolger van de ST412/ST506-interface. IDE is de afkorting van "Intelligent Drive Electronics".
Wat betreft prestaties staat de IDE-interface tussen de oude ST-interfaces en de moderne ESDI- en SCSI-interfaces in. De IDE-interface wordt ook wel eens de "AT-bus" genoemd, omdat deze interface in de meeste computers van het type AT standaard werd ingebouwd. De IDE-interface is vrij dom, omdat de intelligente schakelingen in de harde schijf zijn ingebouwd. De IDE-controller zorgt alleen voor een rudimentaire interface tussen de bus van de computer en de elektronica in de harde schijf. De IDE-interface kan maximaal twee harde schijven aansturen. De IDE-interface wordt door middel van een enkele 40-polige vlakke bandkabel met de harde schijf verbonden. De specificaties van de IDE-interface kunnen als volgt worden samengevat: overdrachtsnelheid: 3,5 Mbit/s; decodering: RLL, MFM; maximale afstand: 60 cm. Om de concurrentie van met name ESDI en SCSI te weerstaan heeft men een nieuwe norm ontwikkeld, Enhanced-IDE. Deze biedt veel hogere data-snelheden, maar heeft geen invloed op de aansluitgegevens van de verbindingskabels.

Ideaal Een elektronisch onderdeel of systeem is ideaal, als het zich volledig gedraagt volgens de wiskundige regels die het systeem beschrijven. In de meeste gevallen zal dat echter niet het geval zijn, omdat die wiskunde geen rekening houdt met allerlei praktische begrenzingen, zoals toleranties, temperatuursinvloeden, etc.

IDI Afkorting van "Initial Domain Identifier". Eerste onderdeel van het Internet-adres van een site, zoals http:// voor WWW-pagina's.

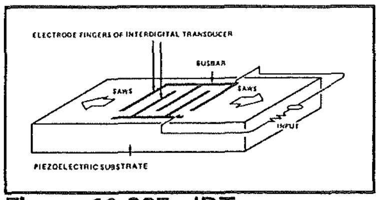
Idle Leegloop, zonder activiteit. Tijd waarin een computer of actieve toepassing niets te doen heeft.

Idle-loop Een eindeloze kringloop van instructies waardoor de processor in zichzelf wordt opgesloten.

Idss Symbool voor de drainstroom door een FET bij 0 V spanning op de gate.

IDT Afkorting van "Inter Digital Transducer", een onderdeel van een SAW. Deze technologie houdt zich bezig met het omzetten van elektrische wisselspanningen in mechanische trillingen in piëzo-elektrische materialen. Nadien worden deze trillingen weer omgezet in elektrische spanningen. Door een juiste keuze van het materiaal en de juiste constructie van de omzetters kan men op een relatief eenvoudige manier een heleboel nuttige elektronische componenten maken, zoals afgestemde filters, resonatoren, maar zelfs frequentie-analysatoren en transversaal filters! Het principe van het genereren van acoustische oppervlakte golven in een plaatje van een piëzo-elektrisch materiaal wordt toegelicht aan de hand van figuur 10-335. Op een zeer dun plaatje piëzo-elektrisch materiaal, het substraat genoemd, worden twee kamvormige metalen constructies opgedampt. De "tanden" van de "kammen" grijpen in elkaar. Deze tanden worden de "vingers" genoemd. Meestal bestaan deze kammen uit opgedampt aluminium met een dikte van 0,05 tot 0,005 μm. De basis van de kammen wordt de "busbar" genoemd. De volledige opgedampte constructie heet de "Inter Digital Transducer", afgekort tot IDT. Als men nu de twee busbars van de IDT verbindt met een wisselspanning, dan zullen er tussen de vingers wisselende elektrische velden ontstaan, die niet alleen in grootte, maar ook in polariteit wisselen. Het gevolg is dat het piëzo-elektrisch materiaal tussen de vingers gaat uitzetten en inkrimpen. Deze mechanische bewegingen wekken een acoustische oppervlakte golf op, in de tekening voorgesteld door SAWS. Deze verspreiden zich zowel naar links als naar rechts door het oppervlak van het plaatje piëzo-elektrisch materiaal. De periode van de golf wordt bepaald door de onderlinge afstand tussen de vingers van de kammen. Het zal uit deze figuur ook onmiddellijk duidelijk worden dat er een zeer streng verband bestaat tussen de frequentie van het aangelegde signaal en de afstand tussen de vingers. Stel dat aan de getekende constructie een sinusvormig signaal wordt gelegd met een frequentie van 100 MHz. Als het substraat vervaardigd is uit lithium-tantalium, dan zal de oppervlakte golf een snelheid ontwikkelen van 3.200 m/s. De golflengte van een 100 MHz signaal dat zich met deze snelheid verspreid is 32 μm. Om een maximale amplitude van de golven te produceren moet de IDT worden afgestemd op deze lengte. Men zegt dat de IDT een periode moet hebben van 32 μm.

Ie Symbool voor de stroom die in of uit de emitter van een transistor vloeit.



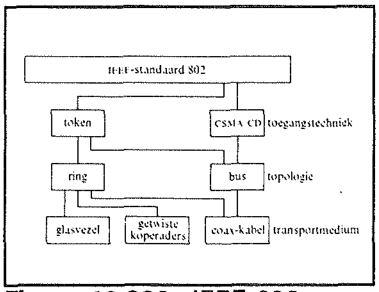
Figuur 10-335: IDT.

IEC Afkorting van "International Electronic Commission". Een normaliseringsinstituut, gevestigd in Genève, dat met de diverse nationale normalisatie-instituten probeert te komen tot internationale normen op elektronisch gebied.

IEE Afkorting van "Institution of Electrical Engineers", hét Engels normalisatie-instituut op het gebied van de elektronica.

IEEE Afkorting van "Institute of Electrical and Electronics Engineers", een instituut dat diverse internationale standaarden op het gebied van de elektronica heeft vastgesteld.

IEEE 802 standaard Een door het IEEE voorgestelde norm voor het samenstellen van een lokaal netwerk, volgens figuur 10-336.



Figuur 10-336: IEEE-802 standaard.

IEEE 1394-1995 standaard Een door het IEEE voorgestelde de nieuwe standaard voor het zeer snelle transport van digitale multimedia-gegevens over een bus.

IETF Afkorting van "Internet Egineering Task Force". Een internationale werkgroep voor het vaststellen van gestandaardiseerde protocollen voor en het oplossen van problemen op het WWW.

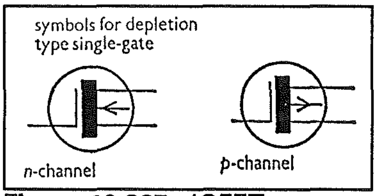
IF Engels, staat voor "Intermediate Frequency", middenfrequentie. Met deze term wordt de grootte van de frequentie aangeduid, die bij radio- en televisie-ontvangers na de menging van het te ontvangen signaal verkregen wordt. Bij dat soort apparatuur wordt de ontvangen frequentie niet rechtstreeks versterkt, maar eerst getransformeerd naar een veel lagere waarde. Het versterken van deze lagere frequentie, die men de middenfrequentie (MF of IF) noemt, gaat namelijk veel eenvoudiger dan het versterken van de zeer hoge zenderfrequentie. De afkorting IF voor deze signalen is algemeen gebruikt. Voor AM-radio's is deze frequentie 455 kHz, voor FM-ontvangers 10,7 MHz.

IFF Afkorting van "Identification Friend or Foe", een systeem in gebruik bij de Amerikaanse luchtmacht waarmee piloten kunnen ontdekken of een vliegtuig "vijandelijk" of "vriendelijk" is.

IF-gain Benaming van de instelknop waarmee men bij hoogwaardige ontvangers de versterking van de middenfrequent-trappen kan instellen.

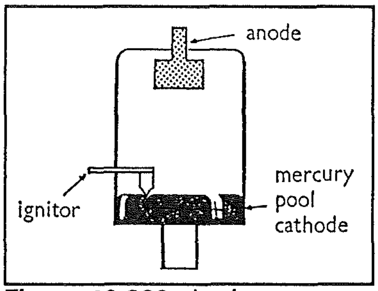
IG(B)T Afkorting van "Insulated Gate (Bipolar) Transistor". Een vier-laags vermogenstransistor, die de voordelen van de thyristor combineert met deze van een MOSFET. IG(B)T's zijn in staat spanningen tot 300 V te schakelen (thyristor-eigenschap), waarbij de weerstand in AAN-toestand zeer laag is (MOSFET-eigenschap).

IGFET Afkorting van "Isolated Gate Field Effect Transistor", een speciale FET die in staat is zeer hoge spanningen te verwerken. Het symbool voor een IGFET is voorgesteld in figuur 10-337.



Figuur 10-337: IGFET.

Ignitron Een met kwik gevulde buis die wordt gebruikt voor het gelijkrichten van zeer grote stromen (duizenden A). Een ignitron bestaat, zie figuur 10-338, uit een luchtledige buis met een anode en een kathode, die in de plas kwik staat. Een derde ontsteekelektrode, ignitor genoemd, bevindt zich in de buurt van het kwik. De buis wordt ontstoken door een grote spanning te zetten tussen de kathode en de ignitor. Door deze ontsteking zal de buis gevuld worden met kwikgas. Op een bepaald moment is de concentratie zo hoog, dat de hoofdontsteking tussen anode en kathode start.



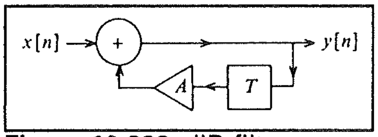
Figuur 10-338: Ignitron.

Ignore Het afbreken van een bepaalde functie die aangeroepen is door middel van een DOS-commando.

Igss Symbool voor de inverse stroom die door de gate van een FET vloeit.

IIR-filter Afkorting van "Infinite Impuls Response"-filter, een digitaal filter met zeer speciale eigenschappen. De basissa-

menstelling van een dergelijk filter is getekend in figuur 10-339. De seriële digitale stroom ingangsgegevens wordt gemengd met een identieke stroom, die teruggekoppeld wordt van de uitgang. Het blok T stelt en bepaalde tijdvertraging voor, het blok A een vermenigvuldiging met een bepaalde constante. De waarden van T en A bepalen de weergavekarakteristiek van het filter.



Figuur 10-339: IIR-filter.

Ijken Het zodanig afregelen van een apparaat dat het (weer) voldoet aan de fabrieksspecificaties wat betreft nauwkeurigheid, frequentieband, etc.

Illumination Benaming van de knop bij oscilloscopen van het betere soort waarmee men de intensiteit van de belichting van het raster (het van horizontale en vertikale lijnen voorziene schermpje) van de beeldbuis kan regelen.

ILS Afkorting van "Instrument Landing System", een in alle luchthavens toegepast systeem om vliegtuigen te assisteren bij het blind landen, dit wil zeggen alleen door gebruik te maken van de boordinstrumenten.

ILSE Afkorting van "Innovatie Leermiddelen en -methoden voor de Sector Economie". ILSE biedt op het WWW de "Internet Index voor Nederland" aan: een op Nederland gerichte zoekmachine, te vinden op HTTP://WWW.ILSE.COM

IM Afkorting voor"Intermodulatie", zie aldaar.

Imagefile Een door CD-R schrijfsoftware op de harde schijf aangemaakt bestand, dat een weerspiegeling is van alle gegevens die naar de CD-Recordable geschreven moeten worden.

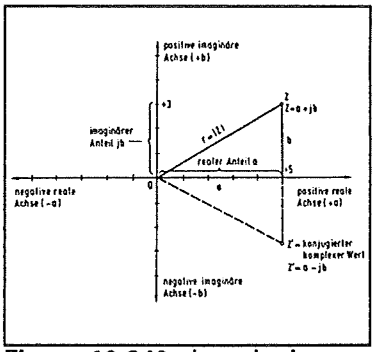
Imagemap Afbeelding op een WWW-pagina waarop met de muis kan worden geklikt. Het gevolg is afhankelijk van de plaats waarop in het beeld is geklikt. Klikt men op de ene plaats, dan wordt een andere pagina geopend, klikt men op een andere plaats, dan gaat men naar een invulformulier. Voor het programmeren van dergelijke codering staat in HTML de tag ISMAP ter beschikking.

Image processing In het algemeen het op een elektronische manier verwerken van optische gegevens, bijvoorbeeld door deze te digitaliseren, in te lezen in een computer en er nadien allerlei berekeningen of bewerkingen op uit te voeren.

Imaginaire getallen Een moeilijk begrip uit de wiskunde, dat echter zeer belangrijk is in de theoretische elektriciteit. Imaginaire getallen hebben als basis het getal j, gelijk aan $\sqrt{-1}$. Dat is heel erg vreemd, want volgens de "normale" getallentheorie kan een getal onder een vierkantswortel nooit negatief zijn! Het kwadraat daarvan zou immers een negatief getal opleveren en kwadraten zijn altijd positief! Met kan echter bewijzen dat er tussen imaginaire en reële getallen een "faseverschuiving" van 90° bestaat, zodat de imaginaire getallen op een as kunnen worden voorgesteld, die loodrecht staat op de as der "reële" getallen. Iets dergelijks komt vaak in de theoretische elektriciteit voor. Spanningen en stromen over en door spoelen en condensatoren vertonen bijvoorbeeld een faseverschuiving van 90°. Impedanties van dergelijke netwerken waarin faseverschuivingen voorkomen kan men dan uitdrukken door een combinatie van een reëel getal en een imaginair getal, onder de vorm van:

Z=a+j*b

Dergelijke uitdrukkingen kunnen dan onder de vorm van spanning- en stroom-vectoren worden voorgesteld in het assenstelsel dat voorgesteld is in figuur 10-340. De horizontale as geeft de reële waarden van de impedantie, de vertikale as de aandelen van de impedantie die 90° verschoven zijn. Kennis van de imaginaire rekenmethode is onontbeerlijk als men elektrische netwerken mathematisch wil benaderen!

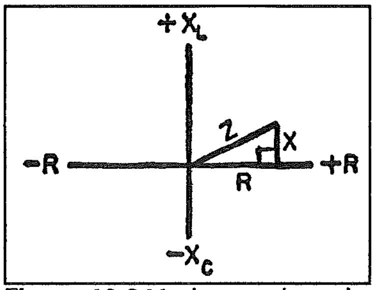


Figuur 10-340: Imaginaire getallen.

Impedantie Belangrijk begrip uit de theoretische elektriciteit waarmee de weerstand wordt bedoeld die men tussen twee punten A en B meet door de wisselspanning over deze twee punten te delen door de ***in fase*** wisselstroom die als gevolg van deze spanning door de punten A en B vloeit. Impedantie noemt men ook wel eens schijnweerstand en daaruit volgt dat men deze grootheid niet zo maar met een gewone Ω-meter kan meten. Een

weerstandsmeter werkt immers met gelijkstroom en het zou best zo kunnen zijn dat tussen twee punten waar met een Ω-meter een oneindig hoge weerstand wordt gemeten een zeer lage impedantie staat. De impedantie is een maat voor hoe de schakeling zich zal gedragen als er een wisselspanning wordt aangelegd. Vooral bij kabels is het begrip impedantie van groot belang. Een kabel, met zijn twee parallel lopende geleiders, vormt een capaciteit en bijgevolg heeft een kabel ook een impedantie. Het is nu van belang een kabel met een bepaalde specifieke impedantie alleen maar te verbinden met in- en uitgangen die dezelfde in- of uitgangsimpedantie hebben als de specifieke impedantiewaarde van de kabel. De impedantie wordt voorgesteld door het symbool Z en uitgedrukt in Ω. Het verschil tussen gewone weerstand en impedantie is te verklaren uit het feit dat spoelen en condensatoren zich voor wisselspanning heel anders gedragen dan voor gelijkspanning. Heeft een condensator voor gelijkstroom een oneindig hoge weerstand, de impedantie van het onderdeel voor wisselspanning zal niet alleen afhankelijk zijn van de waarde van de condensator, maar ook van de frequentie van de aangelegde spanning. De impedantie van een C daalt bij stijgende f en C. Voor een spoel geldt het omgekeerde: voor gelijkspanning is de weerstand nul, voor wisselspanning stijgt de impedantie als de waarde van de spoel of de frequentie toeneemt.

Impedantie driehoek Het voorstellen van weerstanden en impedanties in een x/y-assenstelsel, waarbij de horizontale as zuiver resistieve weerstanden R voorstelt en de vertikale as zuiver inductieve of capacitieve impedanties X, zie figuur 10-341. De impedantie Z van een netwerk kan voorgesteld worden door een vector Z, die volgens de wetten van de vectorleer ontleedt kan worden in een horizontale component R en een vertikale component X. Op deze manier kan men zuiver grafisch de faseverschuivingen voorstellen die in een keten, die gevoed wordt met wisselspanning, ontstaan. Zie ook imaginaire getallen.



Figuur 10-341: Impedantie driehoek.

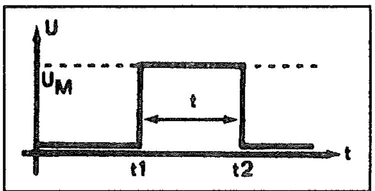
Implementatie Al het nodige verrichten dat noodzakelijk is om een systeem (of een onderdeel daarvan) goed te laten werken. Zo kan een printer geïmplementeerd worden door de noodzakelijke besturingssoftware in het bedrijfssysteem van de computer te integreren.

Implosie Het tegengestelde van explosie. Bij een implosie zullen de brokstukken van de ontploffing niet naar buiten, maar naar binnen worden geslingerd. In de elektronica kan een beeldbuis imploderen. Wordt er op de glazen ballon te veel mechanische kracht uitgeoefend, dan zal het glas barsten. De beeldbuis is echter luchtledig, zodat de luchtdruk er een grote kracht op uitoefent. Zet de barst zich verder, dan zal de luchtdruk er voor zorgen dat de buis verscherft, waarbij de naar binnen gerichte kracht van de luchtdruk de scherven een binnenwaarts gerichte versnelling geeft.

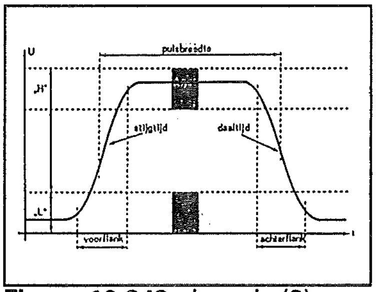
Impregneren Een proces, waarbij holle ruimten is een onderdeel of apparaat volledig worden opgevuld met de een of andere hars. Impregneren wordt in de elektronica vaak toegepast, bijvoorbeeld bij ingegoten transformatoren. Door het impregneren verbeteren de eigenschappen van het onderdeel. De doorslagspanning stijgt, de weerstand tegen vochtigheid neemt toe, de mechanische belastbaarheid wordt groter.

Impuls Een plotselinge stroom- of spanningstoot die zowel eenmalig als met een bepaalde herhalingsfrequentie kan optreden. De eenvoudigste vorm van pulsgenerator (die vreemd genoeg ook de meest ideale impuls opwekt) is de schakelaar die een spannings- of stroombron aan- en uitschakelt. De impulstechniek is een volledig zelfstandige tak van de elektronica geworden en krijgt, met het verbeteren van de HF-eigenschappen van de meeste onderdelen, steeds meer betekenis ook op gebieden waar tot voor kort uitsluitend analoge schakelingen werden gebruikt (voedingen!). Een impuls kan voorgesteld worden als getekend in figuur 10-342. Voor tijdstip t1 is de spanning gelijk aan nul. Op moment t1 springt de spanning naar een waarde Um en blijft op deze spanning tot, op tijdstip t2, de spanning weer gelijk aan nul wordt. Een impuls wordt gekarakteriseerd door de impulsduur t, dat is het tijdsverschil tussen de momenten t2 en t1. De momenten t1 en t2 worden uitgedrukt in

seconde of milli-, dan wel micro-seconde. Ook de stijg- en de daaltijd zijn karakteristiek. Met deze grootheden wordt de tijd aangeduid die de impuls nodig heeft voor het overspringen van de ene waarde naar de andere, binnen de grenzen 10% en 90%, zie figuur 10-343. Een impuls hoeft niet noodzakelijk een spanningssprong van nul naar een bepaalde waarde te zijn. Ook een spanningssprong van bijvoorbeeld 5 V naar 12 V noemt men een impuls. Impulsen zijn zeer belangrijk in de moderne elektronica. Zo werken alle digitale schakelingen met impulsvormige spanningen.



Figuur 10-342: Impuls (1).



Figuur 10-343: Impuls (2).

Impulsbreedte modulatie Een techniek waarmee men de breedte t van een impuls kan variëren, bijvoorbeeld op het ritme van een spanning met een veel lagere frequentie. Dergelijke technieken worden gebruikt bij sommige draadloze hoofdtelefoons. De in breedte gemoduleerde impuls wordt gebruikt voor het aansturen van een infrarode LED in de zender. Het door dit onderdeel uitgestraalde licht wordt opgevangen door een fotogevoelige diode, omgezet in een in breedte gemoduleerde impuls en via vrij eenvoudige technieken weer omgezet in het audiosignaal.

Impulsscheider Een zeer belangrijke schakeling in iedere TV. De impulsscheider zorgt ervoor dat de smalle horizontale syncpulsen en de veel bredere vertikale syncpulsen uit het composite videosignaal worden gescheiden. De twee pulstreinen worden nadien gebruikt voor het synchroniseren van de horizontale en vertikale afbuigschakelingen.

Impurity Engels voor onzuiverheid, een term waarmee de verontreiniging van halfgeleidende materialen met onzuiverheden met teveel of te weinig elektronen op de buitenste schil wordt aangeduid.

Inactieve lijnen De horizontale lijnen van een compleet TV-beeld, die worden onderdrukt en die dus géén rol spelen bij het vormen van het waarneembare beeld. Deze lijnen liggen voor en na de overgang van het ene halve beeld naar het volgende halve beeld. Deze lijnen zijn echter allerminst nutteloos, omdat zij tegenwoordig worden gebruik voor tal van functies: Teletekst, EBU-testlijnen, etc.

Incandescentie Het verschijnsel dat hete metalen licht uitstralen, bijvoorbeeld waar te nemen bij gloeilampen.

Inch Een Angelsaksische eenheid voor lengte. Een inch, afgekort tot ' is gelijk aan 2,54 cm. De inch is een belangrijke eenheid in de elektronica. De aansluitpennetjes van de meeste elektronische onderdelen zitten in een raster van 0,1 inch.

In circuit tester Een elektronisch meetapparaat dat de eigenschappen van een onderdeel kan testen, zonder dat het onderdeel uit de schakeling verwijderd moet worden.

Inclinatie De hoek tussen de horizon en de stand van een kompasnaald.

Inclusive-OR Een logische bewerking tussen twee grootheden, waarbij de uitgang alleen "H" wordt als een van de twee ingangsgrootheden "H" is. In alle overige condities is de uitgang "L".

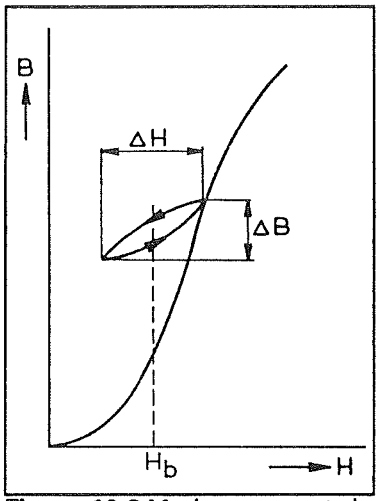
Incompatibel Een woord waarmee de mate van "onverdraagzaamheid" tussen twee systemen wordt uitgedrukt. Twee systemen zijn incompatibel, als zij niet (volledig) met elkaar kunnen samenwerken.

Increment Het verschil tussen twee opeenvolgende waarden van een grootheid. Wordt meestal voorgesteld door het Griekse symbool Δ (delta). Of, met andere woorden, de incrementele waarde ΔU van een spanning is gelijk aan het verschil tussen U_1 en U_2.

Incrementele permeabiliteit Een grootheid die de verhouding geeft tussen de verandering van de magnetische inductie en de bijbehorende verandering van de veldsterkte. In formulevorm:
$\Delta \mu = \Delta B/\Delta H$
Deze grootheid is van belang bij magnetische systemen, waarbij gebruik wordt gemaakt van een bepaalde voormagnetisatie, zoals bij de opneemkoppen van cassetterecorders. In het voorbeeld van figuur 10-344 wordt $\Delta\mu$ gedefinieerd rond het voormagnetisatiepunt dat wordt bepaald door de veldsterkte H_B.

Index In de computertechnologie een getal dat wordt gebruikt om één bepaald element te selecteren uit een groep gegevens. In de wiskunde de ver-

houding tussen twee waarden van een en dezelfde grootheid.



Figuur 10-344: Incrementele permeabiliteit.

Indexed adres Een plaats in een computergeheugen dat, gedurende de uitvoering van een instructie, tijdelijk wordt gevuld met de inhoud van een van de processor-registers.

Indexed sequential In de computertechnologie, een verfijning van de skip sequentiële organisatiemethode van gegevens, die wordt gekenmerkt doordat zij eenvoudig te gebruiken en te begrijpen is. Zoals de naam aangeeft is de index sequentiële organisatie een combinatie van sequentiële opberging en indexen. De functie van een index vergelijkt men wel eens met de inhoudsopgave van een boek. Daarin vindt men vrij gemakkelijk in welk hoofdstuk en welke paragraaf binnen dat hoofdstuk men een bepaald onderwerp kan vinden. Bij de index sequentiële organisatie bevat de index het adres van een gebied op de informatiedrager, waar een bepaalde serie records gevonden kan worden. Om een record te bereiken behoeft men dus niet meer, al vergelijkend op een sleutel, alle voorgaande records te lezen. Het raadplegen van de indexen gaat aanzienlijk sneller dan het lezen van (een deel van) het bestand. Vanuit de index komt men namelijk in de buurt van het gewenste record, waarna met minimaal "gezoek" het record wordt gevonden. Het zal duidelijk zijn dat de index sequentiële organisatie slechts toepasbaar is op direct toegankelijke informatiedragers en/of geheugens.

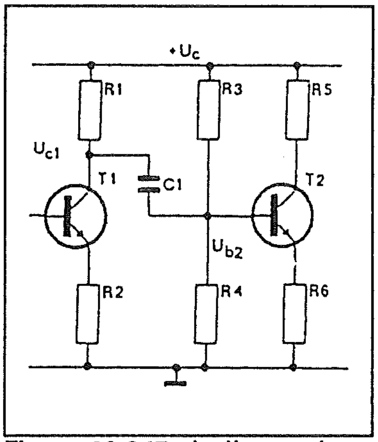
Index hole Het gaatje in een diskette en in de hoes waardoor het licht van een LED in het diskettestation kan schijnen en waarmee de rotatiehoek van de schijf wordt gemeten. Dank zij deze meting weet het systeem war de sectoren beginnen.

Index register Het register XR dat gebruikt wordt voor het tijdelijk opslaan van een modifier, waardoor men gegevens rechtstreeks kan adresseren.

Indicator Is een instrument dat het aanwezig zijn van spanningen, stromen of meer algemeen signalen kenbaar maakt. Indicatoren zijn in een grote variatie op de markt, van eenvoudige lichtgevende diodes (LED's) tot self scan alfanumeric display's. Deze laatsten, een soort lichtkranten, kunnen digitale informatie omzetten in volledige teksten. De in de doe-het-zelf sector meest gebruikte indicatoren zijn in de eerste plaats LED's, die gaan branden als er een stroom doorheen loopt, in de tweede plaats zeven-segment indicatoren, die vier signalen nodig hebben om alle cijfers weer te geven en in de derde plaats toch nog steeds de galvanometers, die een naald over een schaal sturen, proportioneel met de grootte van de stroom die door de spoel van de meter vloeit.

Indirect adresseren Een programmeertechniek, waarbij wordt verwezen naar een geheugenadres, dat het adres van een andere geheugenlocatie aanroept.

Indirecte koppeling Een methode van signaalkoppeling tussen twee trappen, waarbij er geen rechtstreekse galvanische verbinding bestaat tussen de uitgang van de eerste trap en de ingang van de tweede trap. Voorbeelden van indirecte koppeling zijn de capacitieve en de inductieve koppeling. In figuur 10-345 is als voorbeeld van een indirecte koppeling een capacitieve koppeling tussen twee versterkertrappen getekend. Het grote voordeel van de indirecte koppeling is dat de instelspanningen op de uitgang van de eerste trap en op de ingang van de tweede trap elkaar niet kunnen beïnvloeden. Het instellen van de trappen wordt daardoor vereenvoudigd.



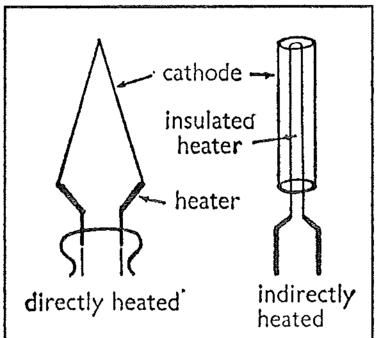
Figuur 10-345: Indirecte koppeling.

Een veel modernere versie van de indirecte koppeling is de optische koppeling, waarbij de overdracht van het signaal gebeurt door het uitzenden van

infrarood licht door een LED en het opvangen van deze bundel door een foto-gevoelige transistor.

Indirecte meetmethode Een methode voor het meten van de waarde van een grootheid, waarbij de te meten waarde wordt vergeleken met een referentiewaarde van dezelfde grootheid. Het meten van een weerstand met een brug is een typisch voorbeeld van een indirecte meetmethode.

Indirecte verhitting De verhitting van een elektronen uitzendende elektrode, meestal een kathode, door middel van een gloeidraad die elektrisch geïsoleerd is ten opzichte van deze elektrode. In figuur 10-346 wordt een directe verhitting (links) vergeleken met een indirecte verhitting (rechts).



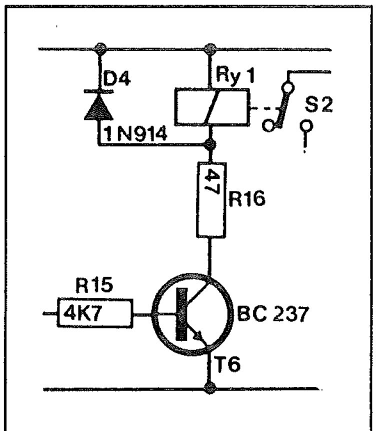
Figuur 10-346: Indirecte verhitting.

Indoor unit Term uit de satelliet-TV techniek. Hiermee wordt bedoeld de combinatie van satelliet-ontvanger en weergever, meestal een TV.

Inductantie Symbool L, eenheid Henry (H). De eigenschap van een geleider om rond zichzelf een magnetisch veld te vormen als er door de geleider een stroom wordt gestuurd. Dit magnetisch veld slaat energie op. Een belangrijk gevolg hiervan is dat de inductantie de eigenschap heeft om traagheid te bieden aan de stroom, die als gevolg van het aanleggen van een spanning over de geleider, door die geleider zal willen vloeien. De geleider zal dit doen door het opwekken van een tegenspanning, die inductiespanning wordt genoemd en de tegengestelde polariteit heeft als de spanning die de stroom veroorzaakt. Anderzijds zorgt de inductantie er ook voor dat de geleider zich gaat verzetten tegen het wegvallen van een eenmaal vloeiende stroom. Ook nu wordt een inductiespanning gegenereerd, die zal proberen de stroom in stand te houden. Het inductief verschijnsel is een zeer belangrijk verschijnsel in de elektronica. Het verklaart bijvoorbeeld waarom men, volgens figuur 10-347, een diode moet gebruiken als men een relais met een transistor wil in- en uitschakelen. Als de transistor van geleiden naar sper omschakelt, zal de stroom die door de relaisspoel vloeit wegvallen. De grote inductie van de spoel van het relais zal dit proberen tegen te werken door het genereren van een grote inductiespanning. Deze spanning staat natuurlijk ook op de collector van de transistor. De inductiespanning kan zo groot zijn dat de transistor zonder speciale maatregelen zou doorslaan. Het aanbrengen van een diode met de getekende polariteit over de spoel van het relais verhelpt dit probleem. Deze diode zal de door de spoel opgewekte inductiespanning kortsluiten, waardoor deze spanning geen schade kan aanrichten.

Inductie In het dagelijkse spraakgebruik van de elektronicus staat het woord inductie voor het onderdeel spoel. Zuiver theoretisch is dat niet juist, omdat volgens de elektrotechnische theorie inductie gelijk is aan de zelfinductie-coëfficiënt L, die men bijvoorbeeld terug vindt in de formule voor het berekenen van de impedantie van een spoel:

$Z_L=2*\pi*L*f$



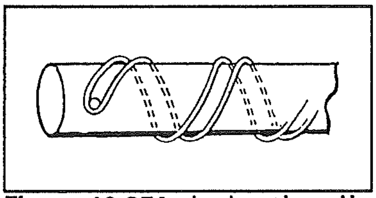
Figuur 10-347: Inductantie.

Inductiestroom Is de stroom die in een gesloten geleidend systeem gaat vloeien als dit systeem in een magnetisch veld gebracht wordt of als het magnetisch veld, waaraan het systeem onderworpen is, van grootte verandert. In figuur 10-348 zijn twee cirkelvormige geleiders getekend, waarvan a wordt gevoed door een wisselspanning. Als gevolg van deze wisselende stroom zal er rond geleider a een wisselend magnetisch veld ontstaan (zie inductantie). De veranderingen van dat magnetisch veld wekken in de gesloten geleider b een inductiespanning op, die op haar beurt zorgt voor een inductiestroom. Dit verschijnsel vormt de basis van iedere transformator, waarbij men door twee spoelen magnetisch te koppelen er kan voor zorgen dat de wisselspanning die aan de ene spoel wordt aangelegd een wisselspanning in de tweede spoel genereert. De

impedantie van de spoel toenemen.

Inductievrije componenten Zijn onderdelen, die naast hun echte waarde (aantal Ω of F) geen hinder hebben van een zelfinductie-waarde. Neem als voorbeeld een draadgewonden vermogensweerstand. Omdat dit onderdeel is opgebouwd uit weerstandsdraad, gewikkeld rond een ceramische kern, kan men zo'n weerstand ook opvatten als een spoel. De stroom, die door die weerstand vloeit, "ziet" dus niet alleen de weerstand van een bepaalde ohmse waarde, maar ook een spoel van een bepaald aantal henry. Dat kan problemen geven omdat de weerstand dan, naast zijn gewone ohmse weerstand, ook nog eens een inductieve weerstand heeft, veroorzaakt door de in de constructie van de weerstand verborgen spoel. Vandaar dat er ook inductievrije weerstanden bestaan, die zo zijn gemaakt dat ze absoluut vrij zijn van iedere neiging om ook nog eens voor spoel te spelen. In figuur 10-351 is als voorbeeld een bi-filair gewikkelde weerstand geschetst. De weerstand bestaat nu uit twee even grote, maar tegengesteld gewikkelde spoelen. De inductieve eigenschappen van de twee spoelen heffen elkaar dan op. Voor condensatoren kan een identiek verhaal verteld worden. Hier zijn het de op elkaar gewikkelde platen, die de condensator ook nog eens eigenschappen van een spoel meegeven. Ook hier bestaan bepaalde methoden om dit te voorkomen.

Inertie Traagheid, een basiseigenschap van de materie. Traagheid komt er op neer dat een voorwerp in rust of in eenparige beweging blijft, totdat een kracht die op het lichaam wordt uitgeoefend deze toestand verandert. Ook in de elektrotechniek kent men het begrip traagheid. Dit komt er op neer dat een geleider zich verzet tegen iedere stroomverandering door de geleider. Deze eigenschap wordt gedefinieerd door het begrip "inductantie", zie ook aldaar.

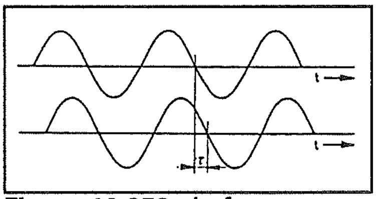


Figuur 10-351: Inductievrije componenten.

Infaden Is in de geluidstechniek het langzaam inregelen van een bepaald geluidssignaal in een bestaand programma, zoals bijvoorbeeld het langzaam aanzwellen van achtergrondmuziek over het geluid van een spreker heen.

In fase Twee wisselsignalen (stromen en/of spanningen) zijn in fase, wanneer hun nuldoorgangen en hun positieve en negatieve toppen precies samenvallen. Uiteraard hebben de signalen dan dezelfde frequentie, hetgeen echter niet per definitie betekent dat zij in fase zijn! In figuur 10-352 zijn als voorbeeld twee signalen met identieke frequentie getekend, die duidelijk niet in fase zijn. Tussen beide signalen bestaat een tijdverschuiving τ (Griekse letter tau), die men de fasehoek noemt, zie ook aldaar.

Inferentie Een begrip uit de vage logica. De inferentie is de techniek van het redeneer mechanisme, waarmee de fuzzyprocessor uit de opgestelde regels een bepaalde uitgangsfunctie afleidt. Deze functie hangt bovendien af van de momentele waarden van de µ's van de ingangen, maar is nog steeds een vage verzameling die men een fuzzy-functie noemt. Een voorbeeld zal het inferentie-proces verduidelijken. Gegeven: een regelsysteem met twee ingangen A en G en een uitgang X. Ingang A kan beschreven worden in vijf termen, waaronder m en n. Ingang G kan beschreven worden in vijf termen, waaronder h. Uitgang X kan beschreven worden in vijf termen, waaronder e en o. Het te sturen proces kan volledig beschreven worden met twee vage regels:
ALS A IS m En G IS h DAN X is e
ALS A IS n EN G IS h DAN X IS o
Op het moment dat de fuzzyprocessor de regels uitwerkt is de actuele waarde van de ingangsgrootheden:
A = 175; G = 190.



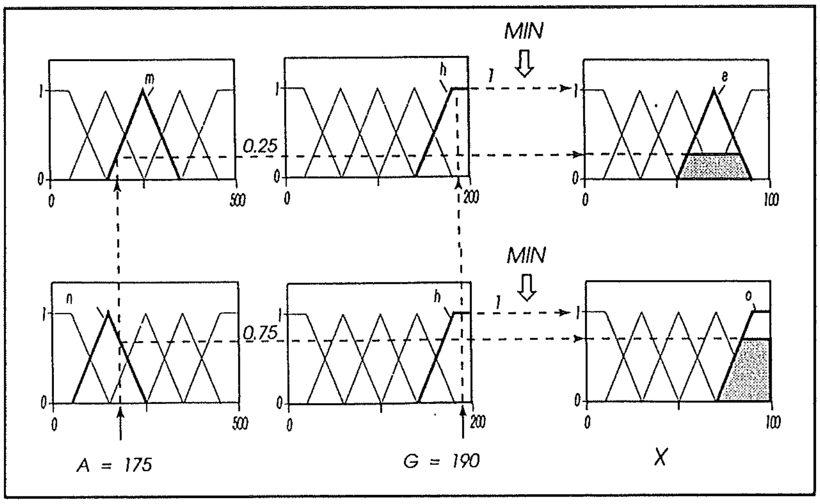
Figuur 10-352: In fase.

Het volledige proces van inferentie is samengevat in figuur 10-353. De bovenste grafiek geeft de inferentie van de eerste regel. Natuurlijk zijn de lidmaatschapsfuncties m van A en h van G actief, want die staan vermeld in de eerste regel. Uit de actuele waarden 175 en 190 kunnen de twee corresponderende µ-waarden afgelezen worden, waaruit blijkt dat μ_A = 0,25 en μ_G = 1. Omdat beide variabelen door middel van een EN-operator gekoppeld zijn, telt alleen de laagste µ-waarde, in dit geval 0,25.

A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z

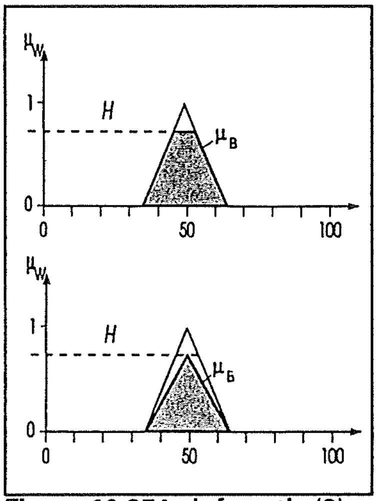
Deze wordt horizontaal doorgetrokken naar de grafiek van de uitgang X. Hier is de lidmaatschapsfunctie van e actief. Er ontstaat nu een nieuwe vage verzameling, die begrensd wordt door de μ-waarde 0,25. Deze fuzzy-functie is gearceerd weergegeven. De onderste grafiek geeft de inferentie van de tweede regel. Nu is de lidmaatschapsfunctie A_n actief, alsmede de lidmaatschapsfunctie G_h. De waarden van de ingangen zijn natuurlijk nog niet gewijzigd, met als gevolg dat er nu twee μ-waarden berekend kunnen worden van 0,75 en 1. Ook nu wordt er gekoppeld met een EN-operator, zodat de laagste μ (0,75) weer wordt doorgetrokken naar de uitgangsgrafiek. Hier is de lidmaatschapsfunctie X_o actief. Ook nu berekent het inferentieproces een nieuwe vage verzameling, die nu begrensd wordt door de μ-waarde 0,75.

Er zijn verschillende algoritmen ontwikkeld voor het opstellen van fuzzy-functies door middel van inferentie. De meest toegepaste zijn de MIN-MAX inferentie en de MAX-PROD inferentie. De verschillen worden toegelicht aan de hand van figuur 10-354. De bovenste tekening geeft het resultaat van een MIN-MAX inferentie. De actieve lidmaatschapsfunctie van de uitgang wordt begrensd door de actieve waarde van de μ van de ingangen. De onderste tekening toont wat er gebeurt als wordt gewerkt volgens het MAX-PROD schema. Nu wordt de actieve lidmaatschapsfunctie van de uitgang niet begrensd, maar verkleind in hoogte, tot de top samenvalt met de actieve waarde van μ. Er is geen sprake van een "goede" inferentie-strategie. Voor sommige toepassingen kan men het best gebruik maken van de MIN-MAX algoritmen, andere toepassingen geven de beste resultaten als men volgens MAX-PROD werkt. Bovendien zijn er tientallen andere inferentie-strategieën theoretisch uitgewerkt, die weliswaar nog niet vaak worden toegepast in reële toepassingen van fuzzy techniek, maar wat niet is kan nog komen!



Figuur 10-353: Inferentie (1).

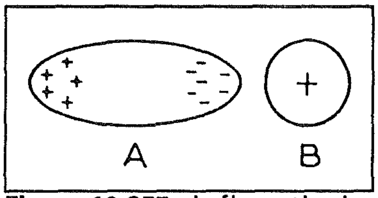
Infix notatie Een bepaalde manier voor het noteren van logische bewerkingen, waarbij de deelnemende grootheden worden gescheiden door de operatoren die er op worden uitgevoerd. Met de infix notatie kan een AND-bewerking op twee grootheden A en B als volgt worden genoteerd:
A & B.



Figuur 10-354: Inferentie (2).

Influentie lading Treedt op in een geleider als zich in de nabijheid een ander elektrisch geleden lichaam bevindt. Als, zie figuur 10-355, een ongeladen geleider A wordt opgesteld in de nabijheid van een positief geladen lichaam B, ontstaat in A een negatief gerichte lading aan de B-kant en aan de tegenoverliggende kant een positieve lading. De totale lading van A blijft echter nul. Deze influentie ladingen ontstaan doordat iedere geleider over vrije elektronen beschikt. Deze vrije elektronen kunnen zich van atoom naar atoom begeven. De vrije elektronen worden in het voorbeeld echter aangetrokken door het veld van de positieve lading in B en begeven zich naar het punt van A, dat zo dicht mogelijk bij B ligt. Aan de linker kant van A ontstaat daardoor een tekort aan negatieve elektronen, zodat zich daar een positieve lading vestigt. Verbindt men A met

een geleidende draad met de aarde, dan zullen elektronen vanuit de aarde naar de linker zijde van A stromen. De positieve lading verdwijnt, zodat alleen de negatieve lading overblijft. Via influentie kan men geleidende voorwerpen dus van een elektrische lading voorzien.

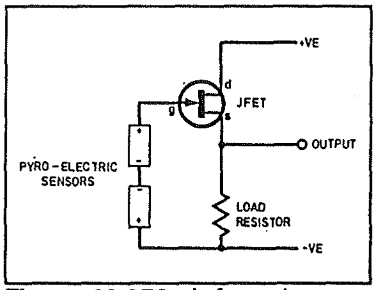


Figuur 10-355: Influentie lading.

Informatronica Tak van de elektronica die zich bezig houdt met het in elektronische codes omzetten van geschreven informatie, geluid en beeld. Nadien worden bewerkingen uitgevoerd op deze codes. Tot slot behelst informatronica het transporteren van de informatie, het weer ontvangen, decoderen en terug in geschreven, hoorbare of zichtbare vorm omzetten van de verwerkte informatie. De oudste vorm van informatronica is de telex. Meestal bedoelt men echter met dit begrip het door middel van computers manipuleren van gegevens.

Infra Een voorvoegsel waarmee wordt bedoeld "lager dan" of "kleiner dan". Voorbeelden zijn infrarood, licht met een frequentie kleiner dan die van rood licht en infrasoon, geluidsgolven met een frequentie die zo laag is, dat het menselijk gehoor deze niet meer kan verwerken tot hoorbare informatie.

Infrarode straling Elektromagnetische straling met een golflengte tussen 0,8 μm en 100 μm. Het enige verschil met zichtbaar licht is dat het menselijke oog niet gevoelig is voor dit stralingsspectrum.
Ieder voorwerp dat warmer is dan het absolute nulpunt (0 °K = -273 °C) zendt in principe infrarode straling uit. De hoeveelheid straling is evenredig met de vierde macht van de temperatuur (uitgedrukt in °K) en recht evenredig met het oppervlakte van het voorwerp. Als dus een mens met een temperatuur van 37 °C zich beweegt in een ruimte met een temperatuur van 20 °C, dan zal deze persoon een extra hoeveelheid infrarode straling in de ruimte veroorzaken. Van dit verschijnsel wordt gebruik gemaakt in moderne inbraaksensoren. Deze zogenoemde pyroelektrische detectoren zijn in staat deze ongelooflijk kleine verschillen in infrarode straling op te vangen en om te zetten in een elektrische spanning. Om deze hoge gevoeligheid te realiseren wordt gebruik gemaakt van twee identieke sensoren, die in anti-serie zijn geschakeld, zie figuur 10-356. Een speciaal lenzenstelsel projecteert de infrarode straling op de sensoren, waardoor zelfs uiterst kleine fluctuaties in stralingsniveau (bijvoorbeeld door een persoon die door een kamer loopt) goed gedetecteerd kunnen worden.



Figuur 10-356: Infrarode straling.

Infrarode verwarming Verwarming door middel van speciale lampen, die voornamelijk infrarood licht uitstralen. De energie van deze straling uit zich voornamelijk onder de vorm van warmte. Zie ook infrarode straling.

Infrarood techniek Is een techniek, waarbij voor het menselijke oog onzichtbare stralingen in het infrarode gebied worden gebruikt voor communicatie. Een van de bekendste toepassingen van infrarood techniek is de opto-coupler. Een opto-koppelaar is een hermetisch doosje (meestal onder de vorm van een 6-pens dual-in-line IC), dat een infrarood uitzendende diode en een fototransistor bevat. Deze laatste heeft als eigenschap dat de stroom, die door de halfgeleider vloeit, voor een deel bepaald wordt door de hoeveelheid straling, die uit de infrarood LED op de transistor valt. Door deze hoeveelheid licht te moduleren met een signaal, kan dit signaal overgedragen worden van de ene kring naar een andere, zonder dat er sprake is van een directe koppeling tussen beide schakelingen. Een tweede toepassing van de infrarood techniek is de inbraakbeveiliging, waar men werkt met losse, infrarood licht uitzendende dioden. De bedoeling is dan dat men een raam of een deur beveiligt door middel van een infrarode straal. Openen van deur of raam heeft een onderbreking van de straal tot gevolg, waardoor de schakeling geactiveerd wordt.

Infrasonische golven Zijn acoustische golven met een frequentie die onder de bandbreedte van het menselijk gehoor ligt. Geluidsgolven met een frequentie van 10 Hz zijn

infrasoon, omdat het gehoor deze niet meer kan verwerken. Weliswaar kunnen dergelijke golven, als zij zeer energierijk zijn, nog wel gevoeld worden!

Ingang Punt van een schakeling, waarop het te verwerken signaal wordt aangesloten, wordt ook input genoemd.

Ingangsgevoeligheid Geeft de waarde van de spanning op de ingang van een apparaat weer die een uitgangsspanning geeft die nog duidelijk als dusdanig herkenbaar uit de eigen ruis van het apparaat kan worden afgeleid. De verstaanbaarheid van het uitgangssignaal van bijvoorbeeld een korte golf ontvanger is afhankelijk van de signaal/ruis-verhouding van het apparaat. Er zijn diverse definities van het begrip signaal/ruis-verhouding in omloop, maar de definitie die het eenvoudigst is te meten luidt:
signaal-ruis verhouding = (S+N)/N
waarbij N staat voor de eigen ruis van het apparaat en S voor de grootte van het signaal. Voor nog net verstaanbare spraak bij ontvangst van een SSB-uitzending neemt men een waarde van 10 dB S+N/N als maatstaf aan.
De gevoeligheid van de ontvanger wordt dan gespecificeerd als de aan de antenne noodzakelijke ingangsspanning om aan de uitgang van het apparaat een signaal/ruisverhouding van 10 dB op te wekken. Deze waarde is een absoluut minimum, voor goede stereo-FM ontvangst wordt bijvoorbeeld een waarde van 40 dB vereist.

Ingangsimpedantie Een complexe impedantie, die men meet tussen de ingang van een apparaat en de massa en die is opgebouwd uit de parallelschakeling van een grote weerstand en een kleine condensator.

Ingangssignaal Het signaal dat aan de ingang van een elektronische schakeling wordt aangeboden en dat doorgaans bepaalde limieten niet mag overschrijden. Wordt ook ingangsspanning genoemd.

Ingangsstroom De stroom die de ingang van een apparaat vraagt van de bron die op de ingang is aangesloten. De ingangsstroom is afhankelijk van de grootte van het ingangssignaal en van de waarde van de ingangsweerstand.

Ingangsweerstand De wisselstroomweerstand die men tussen de ingangsklemmen van een apparaat meet en die van belang is bij het aanpassen van dit apparaat aan de voorgaande schakeling. Zie ook aanpassing en aanpassingsimpedantie.

Inhibit Is een veel gebruikte uitdrukking in de digitale techniek. Letterlijk vertaalt betekent dit Engelse woord verbieden. Dat is dan ook wat een inhibitsignaal doet. Als bijvoorbeeld een tel-IC uitgerust is met een inhibit-ingang, dan zal het aanleggen van een spanning op die ingang tot gevolg hebben dat het IC stopt met iedere actie. Door middel van een inhibit-signaal wordt dus tijdelijk iedere actie in een digitaal systeem gestopt.

Inhibitor Een schakeling die een inhibit-signaal genereert, zie inhibit.

Initialisatie In het algemeen het softwarematig instellen van de hardware, na het inschakelen van de voedingsspanning, op de standaardwaarden die gelden bij het opstarten.

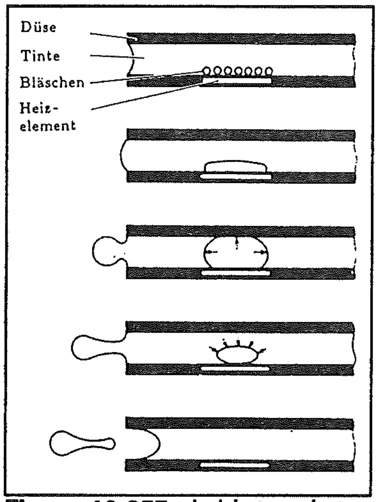
Injectie Het inbrengen van een signaal in een schakeling of het inbrengen van positieve of negatieve ladingsdragers in een halfgeleider. In het laatste geval maakt men gebruik van chemische stoffen, die een te veel of een te weinig aan vrije ladingsdragers (elektronen) hebben. Door deze injectie kan men de fysische eigenschappen van de halfgeleider veranderen, zodat er bijvoorbeeld transistoren van gemaakt kunnen worden.

Inkbleeding Verschijnsel bij inkjet printers (zie aldaar) waarbij wazige randen rond de letters ontstaan door het verstuiven van de inktdruppeltjes.

Inkjet printer Een printer, waarbij de afdruk op het papier ontstaat door het spuiten of verstuiven van uiterst kleine inktdruppeltjes. De inkjet-technologie zal op termijn de laser-technologie volledig gaan verdringen. De ontwikkeling van het inktjet principe is een hoogstandje van de moderne technologie. Voor de fabricage van de printkoppen worden micron-technologieën toegepast, die voorheen alleen bekend waren van de fabricage van geïntegreerde schakelingen. Om het gedrag van vloeistoffen die stromen door kanaaltjes van minder dan een duizendste millimeter diameter te begrijpen moest fundamentele fysische research verricht worden op het gebied van vloeistofdynamica, waaronder de eigenschappen van laminaire en turbulente stromingen. Om de inkt de noodzakelijke vaak tegenstrijdige eigenschappen te geven werden alle registers van de moderne chemie opengetrokken. Iedere inkjet printer spuit kleine druppeltjes inkt op het papier. De printkop is voorzien van een groot aantal uiterst kleine gaatjes, de zogenoemde "nozzles" of spuitmondjes. De printkop van een inkjet printer is een waar

wondertje van moderne technologie. Op een minuscuul oppervlak van een paar vierkante millimeter zijn tussen 48 en 64 spuitmondjes aanwezig, waarin bepaalde mechanismen er voor zorgen dat ongeveer 100 picoliter inkt (is gelijk aan 0,000.000.000.1 liter!) uit een reservoirtje wordt opgepompt en op de juiste momenten met een snelheid van 40 km/h naar het papier wordt gespoten. Hiervoor zijn in de loop der tijden drie verschillende systemen ontwikkeld, namelijk: het continuous drop principe; het bubblejet principe; het piëzo-elektrisch principe.

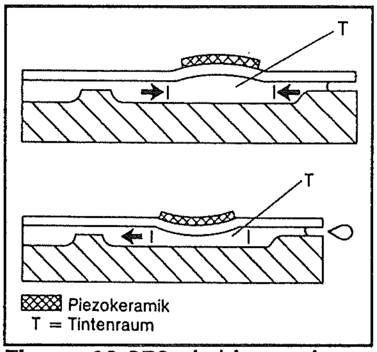
Het continuous drop principe is verouderd en wordt daarom hier niet beschreven. Bij het bubblejet principe wordt gebruik gemaakt van het feit dat stoffen die verdampen uitzetten. In iedere inkttoevoerleiding naar een nozzle zit, zie figuur 10-357, een klein verwarmingselementje "Heizelement". In de meeste gevallen heeft dit een weerstand van ongeveer 30 Ω. Stuurt men een stroomstootje door dit element, dan warmt dit op en zal de warmte overdragen naar de inktmoleculen in de omgeving. De inkt verdampt, waardoor het volume met duizenden procenten toeneemt. Hierdoor wordt een bepaalde hoeveelheid inkt met grote kracht uit de nozzle gedrukt en naar het papier gespoten. Als de stroompuls door het weerstandje wegvalt zal het dampbelletje weer condenseren, de druk in het buisje valt weg en de inkt wordt weer naar binnen gezogen. Om de noodzakelijke frequentie van 3.000 druppeltjes per nozzle per seconde te halen, worden er zeer hoge eisen gesteld aan de constructie van het gehele mechanisme.



Figuur 10-357: Inkjet printer (1).

Bij het piëzo-elektrisch principe wordt gebruik gemaakt van een ander fysisch verschijnsel, namelijk de piëzo-elektriciteit. Bepaalde ceramische materialen zullen, als zij onder elektrische spanning worden gezet, vervormen.

Dit piëzo-elektrisch effect wordt onder andere toegepast in sommige microfoons en in kristallen. Als men van een dergelijk materiaal een uiterst dun plaatje maakt en een kleine gelijkspanning over het plaatje zet, dan zal het plaatje krom trekken. Door deze beweging kan men een klein inktdruppeltje uit een nozzle schieten. De constructie van een dergelijke piëzo-elektrische nozzle is getekend in figuur 10-358. Ook nu bestaat de constructie uit een basisplaat, waarboven op een zeer kleine afstand een spuitmondplaatje wordt bevestigd. Dit plaatje bezit nu echter een bepaalde mate van flexibiliteit. Op dit spuitmondplaatje zijn de zeer kleine piëzoceramische plaatjes (gearceerd weergegeven) aangebracht. In rusttoestand trekken deze plaatjes de flexibele spuitmondplaat plaatselijk naar boven. Er wordt nu een kleine ruimte gevormd, die zich vol zuigt met inkt. Zet men het piëzoceramische plaatje onder spanning, dan zal dit vervormen, waardoor er druk op de inkt wordt uitgeoefend. Het ligt voor de hand dat deze de weg van de minste weerstand zoekt en dus de grootste hoeveelheid inkt naar rechts een uitweg zoekt. Op deze manier wordt een heel klein druppeltje inkt naar het papier gespoten.



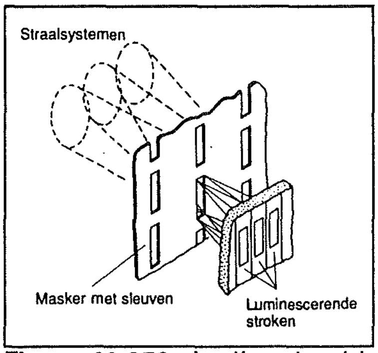
Figuur 10-358: Inkjet printer (2).

Het zal duidelijk zijn dat het principe van de inktjet printer zich uitstekend leent voor kleurendruk. Men moet immers alleen het aantal printkoppen uitbreiden tot vier, deze vier koppen keurig naast elkaar opstellen en iedere printkop vullen met de geëigende kleur. Dat is dan ook precies wat in de praktijk gebeurt! Op dit moment (najaar '97) is men in staat kleuren inkjet printers te fabriceren die op speciaal papier in staat zijn "foto-kwaliteit" af te drukken.

Inlead Het deel van een elektrode dat in het glas, ceramiek of een ander materiaal van de behuizing is ingegoten.

In line beeldbuis Een in 1972 door RCA ontwikkelde nieuwe technologie voor de fabricage van kleuren beeldbuizen. Bij de in line beeldbuis (in het Neder-

lands sleuvenmasker beeldbuis genoemd) liggen de drie elektronenkanonen voor rood, groen en blauw niet in een driehoek, maar naast elkaar (in line). In plaats van een gaatjesmasker is voor de beeldbuis een sleuvenmasker geplaatst, zie figuur 10-359. Op de beeldbuis zijn geen ronde kleurendot's aangebracht, maar verticale luminescerende stroken. Het voordeel van deze constructie is dat de kleurenweergave veel minder kritisch is ten opzichte van noord-zuid magnetische vervormingen op de loop van de elektronenstralen door de beeldbuis. Hierdoor vervallen een hele reeks correctie-instellingen. De drie elektronenstralen lopen nu parallel door de buis en kunnen optisch beter dekkend worden gemaakt.



Figuur 10-359: In line beeldbuis.

Inloggen Contact maken met en bekendmaken aan een host, een "gastheer"-computer op het Internet of een Bulletin Board System.

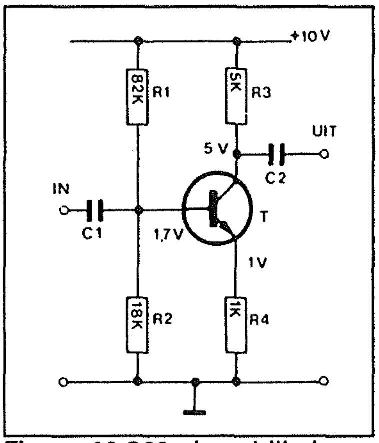
Input Met dit Engelse woord (ingang) wordt in de eerste plaats een spanning, stroom of informatie bedoeld, die aan de ingang van een schakeling of systeem wordt aangelegd. Ook het punt van een schakeling, waarop men de ingangsspanning moet aansluiten wordt input genoemd.

Inschakeltijd De tijd die verloopt tussen het moment waarop men aan een apparaat of schakeling een bepaald commando geeft en het moment waarop dit is uitgevoerd. De inschakeltijd ontstaat doordat niets traagheidsloos verloopt. De actie wordt uitgevoerd door elektronen, die een bepaalde looptijd door de schakeling hebben.

Insert Een voorziening om tekens, delen van teksten of teksten tussen te voegen in een bestaande tekst.

Insertion los Het verlies aan energie of aan signaal als gevolg van de plaatsing van bepaalde dempende onderdelen (filters, impedantie-aanpassers, etc) in de weg van het signaal. De insertion los wordt uitgedrukt in dB.

Instabiliteit Niet gewenst verloop van een eigenschap van een onderdeel, een schakeling of een systeem als gevolg van de inwerking van een andere grootheid op het onderdeel, de schakeling of het systeem. Beruchte grootheden die onstabiliteiten kunnen veroorzaken zijn: veroudering, temperatuur, vochtigheid, voedingsspanningen, paracitaire capaciteit, belasting, negatieve weerstand en radio-actieve straling. In de elektronica zal men dan ook in bijna alle schakelingen maatregelen moeten treffen om instabiliteit te voorkomen. In de meeste gevallen komt dit neer op het invoeren van een bepaalde mate van tegenkoppeling. Een deel van het uitgangssignaal wordt terug gevoerd naar de ingang en wel zo dat veranderingen in de uitgang automatisch worden tegengewerkt. In figuur 10-360 is een van de meest eenvoudige vormen van stabiliteitbevorderende tegenkoppeling geschetst: emitter stabilisatie. Dit is een schakeltechniek waarbij de stroom door een transistor wordt gestabiliseerd door het opnemen van een weerstand in de emitter. De transistor wordt ingesteld door de spanningsdeler R1/R2 in de basis. Er vloeit een bepaalde basisstroom, met als gevolg een bepaalde collectorstroom. Zonder de emitterweerstand R4 zou de collectorstroom erg afhankelijk zijn van de temperatuur en van de voedingsspanning. Dit zijn dus twee mogelijke bronnen van instabiliteit, waarvan de invloed geminimaliseerd moet worden. Immers, de geringste wijziging in de spanning op de basis zou tot gevolg hebben dat de basisstroom iets zou stijgen. Deze stijging wordt echter, vermenigvuldigd met de stroomversterkingsfactor van de transistor, terug gevonden in de collectorstroom. Als de basisstroom slechts 10 μA zou variëren en de stroomversterking van de transistor bedraagt 750, dan zou de collectorstroom met 7,5 mA variëren!



Figuur 10-360: Instabiliteit.

Door het invoeren van de emitterweerstand R4 wordt de

schakeling gestabiliseerd en de factoren die instabiliteit kunnen veroorzaken geminimaliseerd. Als de basisstroom met het genoemde bedrag wil stijgen, dan zal de toename van de collectorstroom meer spanningsval over de emitterweerstand veroorzaken. De spanning op de emitter gaat stijgen. Hierdoor wordt de spanning over de emitter/basis-overgang kleiner, waardoor de basisstroom weer gaat dalen. De emitterweerstand voert dus een terugkoppeling in, die de stroomsituatie in de schakeling stabiliseert.

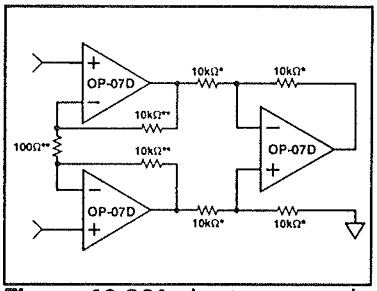
Inst-amp Afkorting van "Instrumentation Amplifier", zie bij instrumentele versterker.

Instructie Een verzameling bits die een microprocessor opdracht geeft tot het uitvoeren van een bepaalde handeling, bijvoorbeeld de inhoud van het ene naar het andere register verplaatsen. Ruimer opgevat wordt het begrip instructie ook gebruikt voor een commando uit een hogere taal. Het BASIC-commando "IF X=2 THEN GOTO LABEL" kan dus ook als een instructie opgevat worden.

Instructieset Alle instructies die een bepaalde microprocessor kan uitvoeren.

Instrument Een apparaat waarmee men elektrische grootheden kan meten.

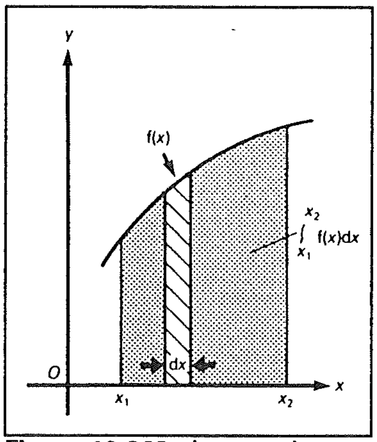
Instrumentele versterker Een versterker met een grote bandbreedte en een hoge versterkingsfactor, die in de meeste gevallen wordt gebruikt om de gevoeligheid van een meetinstrument te verhogen. In de analoge IC-technologie wordt onder dit begrip vaak een zeer goede verschilversterker verstaan. In figuur 10-361 is het standaard-schema van een dergelijke "instrumentation amplifier" (inst-amp) getekend. De basiseigenschappen van een dergelijke schakeling zijn: twee hoog-impedante ingangen, die als verschilversterker werken, ingebouwde terugkoppeling die de versterkingsfactor op een zeer nauwkeurige waarde instelt, enkelvoudige laag-impedante uitgang waarop het verschil staat tussen de twee ingangsspanningen en dit ten opzichte van de massa.



Figuur 10-361: Instrumentele versterker.

Integer Een geheel getal, dus een getal zonder cijfers achter de komma. De meeste hogere talen hebben de mogelijkheid om numerieke variabelen als integer te definiëren. Dit spaart heel wat geheugenruimte uit, omdat integers heel compact kunnen worden opgeslagen.

Integraal Een wiskundig begrip dat wordt voorgesteld door het symbool ∫. In eenvoudige bewoordingen uitgedrukt geeft een integraal de som van een aantal waarden van een bepaalde grootheid, waarbij die waarden van elkaar verschillen doordat de grootheid afhankelijk is van een andere grootheid. De integraal-wiskunde wordt heel vaak toegepast in de theoretische elektriciteitsleer.
Met deze tak van de wiskunde kan men, zie figuur 10-362, de oppervlakte onder een curve berekenen. Dit is bijvoorbeeld van belang bij het berekenen van vermogens. In de grafiek is een x/y-assenstelsel getekend, waarbij de x-as een spanning en de y-as een stroom zou kunnen voorstellen. De curve geeft het verloop van de stroom in functie van de spanning. Men kan nu een kleine spanningswaarde dx beschouwen, die men over de curve verschuift van het punt x1 tot aan het punt x2. Iedere spanningswaarde dx komt dan natuurlijk overeen met een bepaalde stroomwaarde dy. De integraal geeft nu de oppervlakte tussen de curve, de x-as, het punt x = x1 en het punt x = x2. Omdat vermogen gelijk is aan het product van spanning en stroom (P=U*I) geeft de integraal in dit voorbeeld het totale vermogen onder de curve weer.



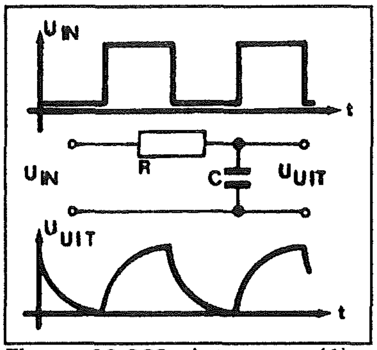
Figuur 10-362: Integraal.

Integrated circuit Zie IC.

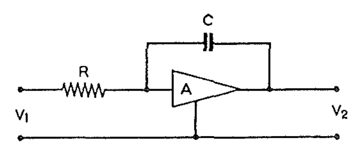
Integrated software Een softwarepakket waarin verschillende toepassingsprogramma's zijn ondergebracht, die met elkaar gegevens kunnen uitwisselen. Een dergelijk pakket, zoals het beroemde "Office 97" van MicroSoft, bevat tegenwoordig alle functies die men in een modern elektronisch kantoor nodig heeft: tekstverwerken, database beheer, rekenbladen maken,

faxen, telefoneren, e-mail versturen en ontvangen, brochures ontwerpen, etc.

Integrator Een schakeling waarvan de uitgangsspanning zich instelt op de gemiddelde waarde van de ingangsspanning. Legt men op de ingang van de integrator een gelijkspanning aan dan zal de uitgang zaagtandvormig stijgen tot deze waarde en nadien constant blijven. Legt men aan de ingang een reeks pulsen, dan zal de uitgang zich instellen op een gelijkspannings-niveau waarvan de waarde een maat is voor de aan-uit verhouding van de pulsen. De meest simpele uitvoering van een integrator bestaat uit een weerstand, geschakeld tussen in- en uitgang en een condensator, geschakeld tussen de uitgang en de massa. Populair verklaard kan men een integrator opvatten als een schakeling die een snelle spannings- of stroomvariatie omzet in een langzamere. De meest eenvoudige uitvoering van een integrator is getekend in figuur 10-363. Het ingangssignaal, een snelle spanningspuls, wordt via een weerstand aan een condensator aangeboden. Het feit dat een condensator zich zal opladen heeft tot gevolg dat de snelle overgangen van het ene niveau naar het andere worden afgezwakt en dat de uitgangsspanning van de integrator vloeiender verloopt.
Een integrator kan natuurlijk ook met een operationele versterker worden opgebouwd. Het schema van een dergelijke schakeling is getekend in figuur 10-364. De naam "integrator" doet vermoeden dat de schakeling iets van doen heeft met het wiskundige begrip "integraal" (zie aldaar). Dat is, zoals de formule onder in figuur 10-364 duidelijk maakt, inderdaad het geval. Een integrator voert op een elektronische manier de wiskundige bewerking "integreren" uit!



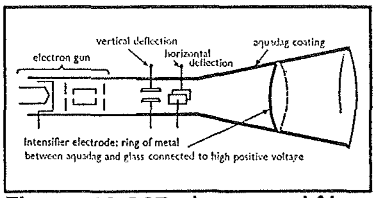
Figuur 10-363: Integrator (1).



$$V_2 = -\frac{1}{RC}\int V_1\,dt$$

Figuur 10-364: Integrator (2).

Intelligente terminal Een werkstation (een PC op een werkplek) dat de mogelijkheid bezit om zelf gegevens te verwerken en de tijdrovende en arbeidsintensieve taken delegeert naar een grote centrale computer op het netwerk.



Figuur 10-365: Intensifier electrode.

Intensifier electrode Een extra ringvormige elektrode die vaak in de beeldbuis van een oscilloscoop wordt aangebracht en die tot doel heeft de elektronen extra te versnellen, zie figuur 10-365. Hierdoor vallen de elektronen met een grotere energie op het beeldscherm in en zal de lichtopbrengst stijgen.

Intensiteit Helderheid, benaming van de knop bij oscilloscopen, waarmee men de helderheid van het op het scherm geschreven beeld kan instellen.

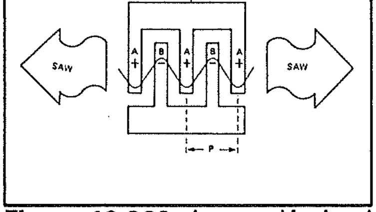
Interactie De invloed van één schakeling op een andere schakeling, bijvoorbeeld door inductie.

Intercarrier Het frequentieverschil tussen de middenfrequentie van het beeld en deze van het mono-geluid bij TV-signalen. Het beeld zit rond een frequentie van 38,9 MHz, het geluid rond een draaggolf van 33,4 MHz. De intercarrier bedraagt dus 5,5 MHz.

Intercom Een systeem, waarmee audio-communicatie tussen twee plaatsen mogelijk is. Een intercom bestaat uit twee apparaten, die ieder een microfoon en een luidspreker bevatten. De twee apparaten zijn door middel van een tweeaderige kabel met elkaar verbonden. Vaak is er echter géén microfoon aanwezig en wordt de luidspreker als microfoon gebruikt. Dan moeten beide apparaten echter voorzien zijn van een spreken/luisteren-omschakelaar.

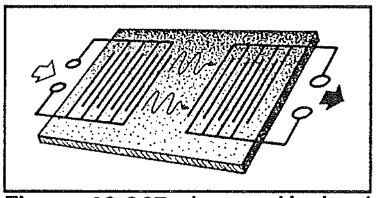
Interdigital transducer Een begrip uit de theorie der oppervlakte golven, oftewel de "surface acoustic wave"-componenten. Deze onderdelen zijn gespecialiseerd in het omzetten van elektrische wisselspanningen in mechanische trillingen in piëzo-elektrische materialen. Nadien worden deze trillingen weer omgezet in elektrische spanningen. De interdigital transducer (IDT) is

het belangrijkste onderdeel van ieder SAW-onderdeel. Het principe van het genereren van acoustische oppervlakte golven in een plaatje van een piëzo-elektrisch materiaal wordt toegelicht aan de hand van figuur 10-366. Op een zeer dun plaatje piëzo-elektrisch materiaal, het substraat genoemd, worden twee kamvormige metalen constructies opgedampt. De "tanden" van de "kammen" grijpen in elkaar. Deze tanden worden de "vingers" genoemd. Meestal bestaan deze kammen uit opgedampt aluminium met een dikte van 0,05 tot 0,005 μm. De basis van de kammen wordt de "busbar" genoemd. De volledige opgedampte constructie heet de "InterDigital Transducer", afgekort tot IDT. Als men nu de twee busbars van de IDT verbindt met een wisselspanning, dan zullen er tussen de vingers wisselende elektrische velden ontstaan, die niet alleen in grootte, maar ook in polariteit wisselen. Het gevolg is dat het piëzo-elektrisch materiaal tussen de vingers gaat uitzetten en inkrimpen. Deze mechanische bewegingen wekken een acoustische oppervlakte golf op, in de tekening voorgesteld door SAW. Deze verspreiden zich zowel naar links als naar rechts door het oppervlak van het plaatje piëzo-elektrisch materiaal.



Figuur 10-366: Interdigital transducer (1).

Natuurlijk moeten de oppervlakte golven, die zich voortplanten via het oppervlak van het substraat, ooit weer omgezet worden in een elektrische spanning. Dat doet men door een tweede IDT op het substraat op te dampen, op een bepaalde afstand van de eerste. Een volledig SAW-component heeft dus altijd twee IDT's, zoals geschetst in figuur 10-367. Dank zij het piëzo-elektrisch effect zullen de acoustische oppervlakte golven in de vingers van de tweede IDT een elektrische spanning genereren. Ook die kan zo berekend worden, dat de grootste spanning ontstaat bij een golflengte die afhankelijk is van de afstand tussen de vingers. Op deze manier kan men dus op een heel eenvoudige manier een afgestemd filter maken.


Figuur 10-367: Interdigital transducer (2).

Interdraaggolf Nederlandse benaming voor intercarrier, zie aldaar.

Interface Een aanpassingsschakeling of -programma, waarmee men een computer kan koppelen aan de buitenwereld. Er bestaan enige gestandaardiseerde interface-systemen, zoals de IEC-bus interface, koppelt computers en meetapparatuur en de RS-232 interface, koppelt computers aan printers, plotters, muizen, etc.

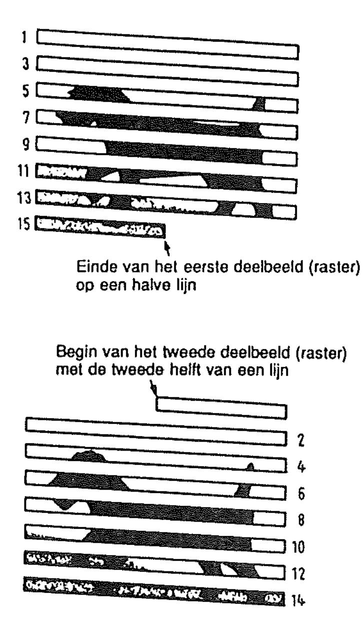
Interferentie In het algemeen het storend effect van een ongewenst verschijnsel, zie ook interfereren.

Interfereren Is het verschijnsel dat als men twee wisselspanningen die ongeveer dezelfde frequentie hebben, met elkaar mengt er zogenaamde zwevingstrillingen ontstaan waarvan de frequentie gelijk is aan het verschil van de frequenties van de gemengde signalen. De deelnemende frequenties zullen elkaar dus tijdelijk versterken en ook tijdelijk verzwakken. Dit verschijnsel heeft talrijke toepassingen. Zo kan men door interferentie de waarde van een onbekende frequentie opzoeken door ze te laten interfereren met de in frequentie regelbare uitgangsspanning van een sinusgenerator. Door middel van zweving kan men ook een lage stabiele frequentie afleiden uit de uitgangsspanningen van twee hoogfrequente kristaloscillatoren.

Interlaced Het systeem waarbij een TV-beeld wordt opgebouwd uit twee halve beelden. Eerst worden de even lijnen op het scherm geschreven, nadien springt de elektronenspot weer naar boven en worden de oneven lijnen tussen de even lijnen geschreven. Wordt in het Nederlands interliniëring genoemd. De interlaced beeldopbouw wordt toegelicht aan de hand van figuur 10-368.

Interleave De interleave bepaalt de manier waarop de sectoren op een harde schijf georganiseerd zijn. In principe zou men verwachten dat opeenvolgende sectoren achter elkaar op de sporen worden geschreven. De schijf draait echter zeer snel rond, zodat het kan gebeuren dat de registratiekop al over het begin van de volgende sector is heengedraaid voordat deze kan beginnen met lezen of schrijven. Vandaar dat men tussen twee opeenvolgende sectoren vaak andere sectoren

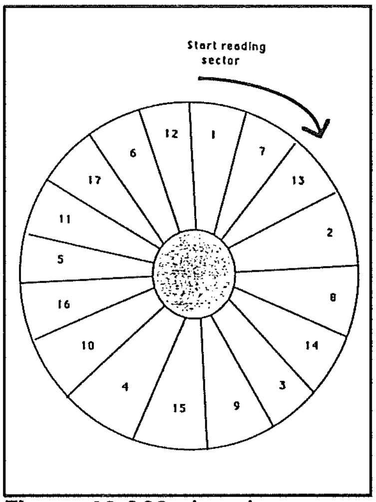
opneemt. In figuur 10-369 is een interleave-schema van 3:1 voorgesteld. Tussen twee opeenvolgende sectoren zijn twee andere sectoren opgenomen. Wie de structuur goed bestudeert, stelt vast dat alle 17 sectoren het spoor volledig uitgelezen kunnen worden met de 3:1 interleave. Moderne harde schijven, voorzien van intelligente controllers, kunnen zonder problemen werken met een interleave van 1:1. Hierbij staat de sectoren in hun logische volgorde op de sporen.



Figuur 10-368: Interlacing.

Interliniëring Nederlandse benaming voor interlaced, zie aldaar.

Intermodulatie Is het verschijnsel dat wanneer twee sinusvormige spanningen A en B worden aangesloten op een netwerk waarin zich niet-lineaire elementen (dioden, transistoren) bevinden, de spanning A gemoduleerd wordt door de spanning B. Naast de oorspronkelijke signalen A en B treft men in het uitgangssignaal ook spanningen aan met frequenties van A+B, A-B, A+2B, 2A+B, etc. Deze veroorzaken de intermodulatie vervorming, zie aldaar.



Figuur 10-369: Interleave.

Intermodulatie vervorming Is het optreden van signalen met de verschilfrequenties, als men aan een versterker twee signalen met verschillende frequenties aanlegt. Als men bijvoorbeeld aan de ingang van een versterker een signaal aanlegt, dat is samengesteld uit zuivere signalen met frequenties van 400 Hz en 10 kHz, dan zal men aan de uitgang, naast die signalen, ook kleine signalen aantreffen met frequenties van 9,6 kHz en 10,4 kHz. Hierdoor ontstaat dus een bepaalde vervorming. Dit verschijnsel wordt veroorzaakt door de niet lineaire karakteristieken van bijvoorbeeld transistoren en dioden in de versterker. De intermodulatie vervorming wordt uitgedrukt in procent en is de procentuele verhouding van de amplituden van de ingangssignalen en de amplituden van de vervormingen.

Internationaal eenheden stelsel Een afspraak die in 1960 gemaakt is en die eenduidig vastlegt hoe de eenheden van de basisgrootheden afstand (m), massa (kg), tijd (s), temperatuur (°K), stroom (A), lichtsterkte (cd) moeten worden gedefinieerd. De ijkwaarden van deze basis-eenheden worden tegenwoordig als volgt gedefinieerd:
De **seconde s** is de duur van 9.192.631 perioden van de straling die wordt uitgezonden tussen twee bepaalde energieniveaus van een atoom Cesium133.
De **meter m** is gelijk aan de afstand welke het licht aflegt in $^{1}/_{299.792.458}$-ste deel van een seconde.
De **kilogram kg** is de massa van een bepaalde cilinder, gemaakt van platina-irridium, die wordt bewaard te Sèvres in Frankrijk.
De **ampère A** is de stroom die door twee 1 m van elkaar verwijderde parallelle draden vloeit en die tussen de draden een aantrekkingskracht van 2×10^{-7} newton per meter lengte veroorzaakt.
De **graad Kelvin °K** is het $^{1}/_{273,16}$-de deel van de tripeltemperatuur van zuiver water.
De **candella cd** is de lichtintensiteit van 1/600.000 vierkante meter van een absolute zwarte straler met een temperatuur van vloeibaar wordend platina.
Het valt op dat de basiseenheden nu niet precies op de allergemakkelijkste manier zijn gedefinieerd. Dat heeft historische achtergronden. De fundamentele grootheden zijn al eeuwen lang bekend. De eenheden werden in die tijd vrij willekeurig toegekend, zo goed als dat kon met de toen ter beschikking staande meettechnieken. Bij het herdefiniëren van deze eenheden in het internationaal eenheden stelsel was het natuurlijk zaak defini-

ties te vinden die technisch goed reproduceerbaar zijn maar die bovendien precies dezelfde waarden opleverden als de oude definities. Het zou natuurlijk beter zijn geweest om zes geheel nieuwe definities op te stellen, die veel eenvoudiger zijn. Maar dat zou tot gevolg hebben dat men overal in de wereld alle natuurkundige grootheden opnieuw zou moeten omrekenen met de nieuwe ijkwaarden van hun eenheden als basis. Wie weet hoeveel moeite het kost om de Angelsaksische wereld te laten omschakelen van hun vreemdsoortige lengte-eenheden naar de meter, weet ook dat het wereldwijd volledig omschakelen naar allemaal nieuwe eenheden een onmogelijke taak is! Men zal het dus met deze vreemdsoortige definities moeten doen.

Internet Ook wel kortweg het Net genoemd. Wereldwijd netwerk van computernetwerken die met elkaar contact maken en gegevensstromen uitwisselen volgens het gestandaardiseerde protocol TCP/IP, zie aldaar.

InterNIC Afkorting van "Internet Network Information Center". Een omvangrijke gegevensverzameling met informatie over het Internet.

Interpolatie Het schatten van de waarde van een grootheid tussen twee gemeten waarden. Stel dat men de waarde van een bepaalde spanning wil meten in functie van de temperatuur.
Men meet bij 20 °C een spanning van 1 V en bij 30 °C een spanning van 2 V. Het ligt voor de hand om te veronderstellen dat de spanning bij een temperatuur van 25 °C ongeveer gelijk zal zijn aan 1,5 V. Dit proces van het inschatten van niet gemeten waarden noemt men interpoleren.

Interpreter Een computerprogramma waardoor het mogelijk wordt de microprocessor instructies te geven in een hem vreemde taal. De interpreter vertaalt deze instructies naar de eigen machine-code van de gebruikte microprocessor.

Interrupt Een onderbreking in het uitvoeren van een computerprogramma als gevolg van een stuursignaal. Dank zij dit mechanisme kan de processor vrij gemaakt worden voor het uitvoeren van zeer dringende werkzaamheden, zoals bijvoorbeeld het scannen van de toetsenbordinvoer.

Interval Het tijdsverloop tussen twee gebeurtenissen.

Interval timer Een timer die op regelmatige tijdstippen een puls genereert.

Intranet Een intern en meestal besloten (bedrijfs)netwerk (WAN) dat gebruik maakt van de Internet-technologie.

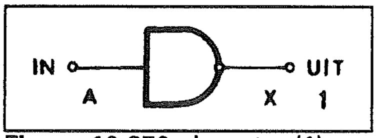
Intrinsieke halfgeleider Een halfgeleider waarvan de eigenschappen identiek zijn aan deze van een zuiver kristal van hetzelfde materiaal. Intrinsieke halfgeleiders zijn dus nog niet voorzien van onzuiverheden, die het materiaal specifieke halfgeleidende eigenschappen geven.

Invalid Het ongeldig zijn van hetgeen is ingevoerd, zoals voorkomt bij het invoeren van een onjuist wachtwoord.

Inverse spanning De spanning die over een halfgeleider wordt aangesloten in de "tegennatuurlijke" richting. Bij een NPN-transistor spreekt men van de inverse c/e-spanning als de collector negatief wordt gemaakt ten opzichte van de emitter.

Inversie Een plotselinge overgang in het temperatuursverloop in de atmosfeer, waardoor de ontvangst van radio- en TV-signalen kan worden beïnvloed.

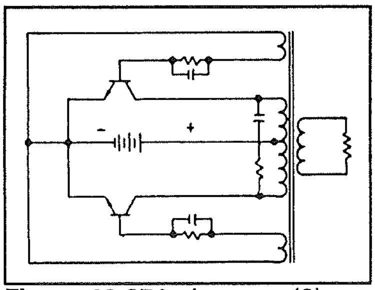
Inverter Is in de digitale techniek een schakeling die de logische waarde van een signaal omkeert. Als het signaal aan de ingang "L" is, dan zal het signaal aan de uitgang van de inverter "H" worden. Het symbool van de inverter is getekend in figuur 10-370. In de boolse algebra wordt de inverter-functie uitgedrukt door: $X = \overline{A}$. Het streepje boven de ingangsgrootheid A duidt de inversie aan.



Figuur 10-370: Inverter (1).

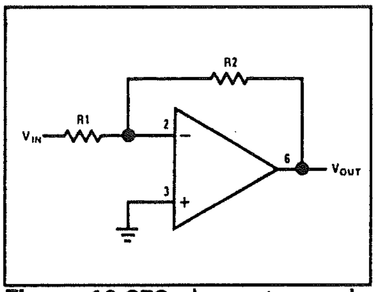
Inverter De tweede betekenis van inverter is een schakeling die een bepaalde gelijkspanning omzet in een andere spanning. Met kent DC/AC-inverters en DC/DC-inverters. Het eerste soort zet bijvoorbeeld de 12 V accuspanning om in een wisselspanning van 220 V met een frequentie van 50 Hz, zodat netgevoede apparatuur uit een accu gevoed kan worden. Het basisschema van een dergelijke schakeling is getekend in figuur 10-371. Twee vermogenstransistoren worden via twee wikkelingen van een trafo op een dergelijke manier onderling gekoppeld, dat een soort astabiele multivibrator ontstaat. De transistoren gaan beurtelings geleiden en sperren, met als gevolg dat door de twee middelste wikkelingen vrij grote stromen vloeien, afkomstig uit de accu. Deze wekken een wisselend magnetisch veld op in de kern van de trafo, met als gevolg dat secundair

een wisselspanning ontstaat, waarvan de grootte alleen afhankelijk is van de wikkelverhouding van primair ten opzichte van secundair. Men kan de schakeling afregelen op een frequentie van 50 Hz. Door de traagheid waarmee de magnetische velden in de kern op en af worden gebouwd (zie inductantie) zullen de blokvormige stroomovergangen secundair toch een spanning genereren die min of meer op een sinus lijkt.



Figuur 10-371: Inverter (2).

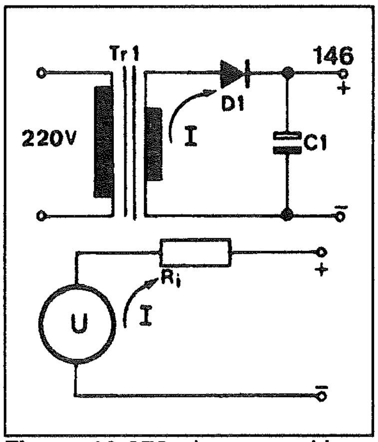
Inverterende ingangen Zijn in de analoge techniek signaalingangen, waarvan de spanning geïnverteerd is terug te vinden op de uitgang. Een operationele versterker is een typisch voorbeeld van een schakeling die is voorzien van een geïnverteerde ingang. Deze wordt voorgesteld met het tekentje "-". Als de spanning op deze ingang stijgt, dan zal de spanning op de uitgang in ieder geval dalen. Inverterende ingangen zijn handig, omdat zij gebruikt kunnen worden in terugkoppelingen. Deze koppelen een deel van het uitgangssignaal terug naar de ingang en wel op een dusdanige manier dat die teruggekoppelde spanning de spanning op de ingang tegenwerkt. Die tegenwerking wordt verkregen door de ingangsspanning aan te sluiten op de niet-inverterende ingang (+) en de teruggekoppelde spanning op de inverterende ingang (-). In figuur 10-372 is een typisch voorbeeld gegeven van een schakeling, waarbij de inverterende ingang van een operationele versterker wordt gebruikt voor het verwerken van het teruggekoppelde signaal.



Figuur 10-372: Inverterende ingang.

Invoer Data die van buitenaf (toetsenbord of andere periferie) aan de computer ter verwerking wordt aangeboden.

Inwendige weerstand De schijnbare weerstand die in serie staat met de uitgangsklemmen van een spanningsbron of een generator. Bij het belasten van het apparaat zal de belastingsstroom een spanningsval over de inwendige weerstand veroorzaken, waardoor de spanning daalt. Als men, zoals in figuur 10-373 getekend, een eenvoudige voeding als voorbeeld neemt, dan stelt men vast dat de uitgangsspanning van die voeding niet alleen bepaald wordt door de grootte van de trafospanning, maar ook door allerlei "verborgen" weerstanden in de schakeling. Zo heeft de secundaire wikkeling van de trafo een bepaalde weerstand, veroorzaakt door de soortelijke weerstand van het koperdraad, waaruit de wikkeling is samengesteld. Verder heeft de trafo ook een bepaalde magnetische weerstand, afhankelijk van het metaal, waaruit de kern is samengesteld. Ook de diode heeft in geleidende toestand een bepaalde weerstand. De inwendige weerstand, aangeduid door het symbool Ri, kan in een equivalent schema voorgesteld worden door een weerstand die in serie is opgenomen met een ideale spanningsbron, die dus geen inwendige weerstand heeft. De waarde van Ri is gelijk aan de som van alle weerstanden, die in de schakeling verborgen zitten. Als de voeding stroom levert, dan zal er over Ri een spanningsval optreden, wat de verklaring is voor het feit dat de uitgangsspanning van een voeding daalt als de stroom stijgt.



Figuur 10-373: Inwendige weerstand.

Bij aloude analoge universeelmeters werd de term inwendige weerstand gebruikt voor het aangeven van de belasting die het instrument op een bepaald meetpunt uitoefent. Is de inwendige weerstand 10 kΩ per V en het meetbereik 10 V, dan zal de inwendige weerstand van de meter 100 kΩ bedragen. Goede universeelmeters hebben een inwendige weerstand van 100 kΩ per V. Wil een universeelmeter in de praktijk

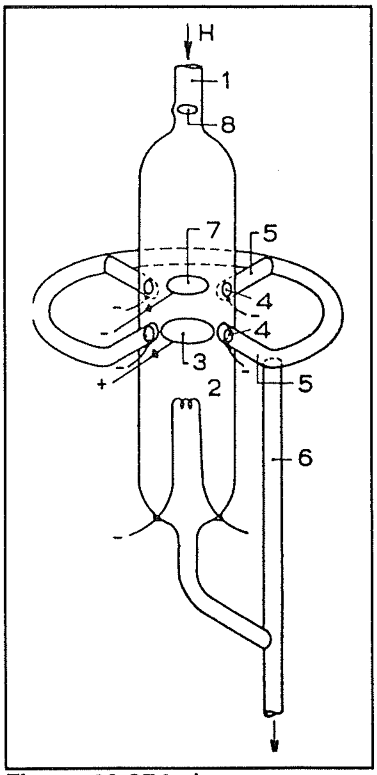
bruikbaar zijn, dan moet zijn inwendige weerstand minstens 20 kΩ per V bedragen.

IO.SYS Een verborgen systeembestand van MS-DOS, dat in de root van de harde schijf staat en dat voor de primaire communicatie zorgt tussen het besturingssysteem en de hardware van het systeem.

Ion Een atoom dat minstens één elektron verloren heeft en daardoor een positieve lading verkrijgt. Elektronen zijn niet muurvast verbonden aan het atoom. Diverse acties kunnen er voor zorgen dat een elektron de vrijheid kiest, bijvoorbeeld het aanleggen van een sterk elektrisch veld, of de beschieting van het atoom met energierijke deeltjes of straling. Ionen spelen een belangrijke rol bij tal van elektrische processen, zoals bijvoorbeeld bij elektrolyse. Een positief geladen ion wordt ook wel eens een cation genoemd. In theorie is het immers ook mogelijk dat een atoom een extra elektron opneemt en daardoor negatief geladen wordt. Men spreekt dan van negatief ion of anion. Deze situatie doet zich in de praktijk echter zelden voor.

Ionenimplantatie Een techniek die wordt toegepast om zuivere halfgeleiders te "dopen" met onzuiverheden. Ionen (zie aldaar) van atomen zoals broom, fosfor of arsenicum, worden door sterke elektrische velden versneld en in het halfgeleidende materiaal geschoten. De ionenimplantatie wordt toegepast als er heel weinig doping moet worden toegepast, omdat het proces veel beter beheersbaar is dan de traditionele doping door middel van diffusie (zie aldaar).

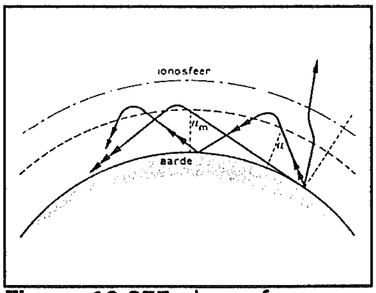
Ionenpomp Een pomp zonder bewegende delen, die kan worden gebruikt voor het creëren van een zeer hoge mate van luchtledigheid of vacuüm. Wordt vaak toegepast voor het luchtledig maken van elektronische onderdelen. De basiswerking van een ionenpomp wordt toegelicht aan de hand van figuur 10-374. De pomp is via [1] verbonden met de vacuüm te zuigen ruimte. Een gloeidraad [2] levert elektronen, die door de ringvormige anode [3] worden versneld. De versnelde elektronen kunnen de lucht in de ruimte ioniseren. De gevormde ionen (zie aldaar) worden door de elektroden [4], die op een grote negatieve spanning staan, aangetrokken. De ionen nemen van deze elektroden weer elektronen op, zodat neutrale atomen ontstaan die via de buizen [5] en [6] worden afgezogen. [7] en [8] zijn twee hulp-elektroden, die de werking van de pomp verfijnen.



Figuur 10-374: Ionenpomp.

Ionisatie Het omvormen van een elektrisch neutraal atoom in een positief geladen ion (zie aldaar) en een of meer vrije elektronen. Ionisatie speelt een belangrijke rol in de elektronica, batterijen en cellen zouden niet bestaan als men er niet in geslaagd was het natuurkundige verschijnsel ionisatie onder controle te krijgen.

Ionosfeer Een gedeelte van de aardse atmosfeer dat ook "Heaviside-laag" wordt genoemd. Deze laag bevindt zich op een gemiddelde hoogte van 50 tot 400 km boven het aardoppervlak en is in verschillende lagen onderverdeeld. De ionosfeer bestaat uit een mengsel van gasmoleculen en vrije elektronen en positieve ionen. De ionosfeer is zeer belangrijk voor de ruimtelijke verspreiding van radiosignalen omdat zij elektromagnetische golven met bepaalde golflengtes terugkaatst naar het aardoppervlak en zodoende in niet onbelangrijke mate bijdraagt aan het verre afstand radioverkeer op de korte golf, zie ook figuur 10-375.



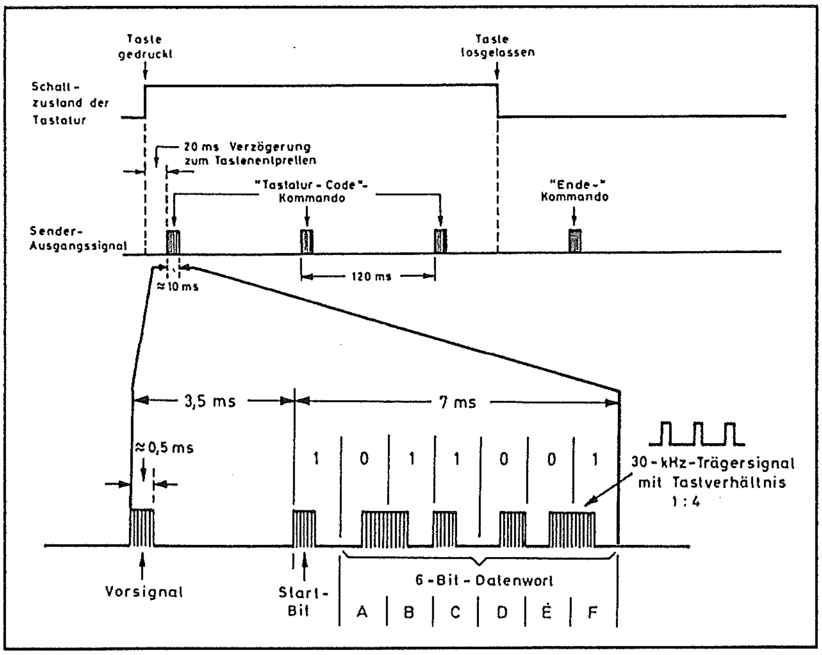
Figuur 10-375: Ionosfeer.

IP Afkorting van "Internet Protocol", zie TPC/IP.

IR Afkorting van InfraRood, zie aldaar.

IR60 Een door Siemens ontwikkeld systeem voor afstandsbediening van video- en audioapparatuur door middel van infrarode communicatie. Met het

systeem kunnen 60 commando's worden uitgezonden. De totale samenstelling van een codewoord is geschetst in figuur 10-376. Na het drukken op een toets van de zender wordt eerst een tijd van ongeveer 20 ms ingelast waarin de zender onderzoekt of de toets constant ingedrukt wordt. Op deze manier wordt het beruchte denderen van de schakelaar gecompenseerd. Nadien wordt het codewoord uitgezonden, dat een totale breedte heeft van 10 ms. Als de toets ingedrukt blijft zal het woord om de 100 ms opnieuw uitgezonden worden. In de onderste figuur is de preciese samenstelling van één woord getekend. Ieder woord start met een zogenaamd "Voorsignaal" met een breedte van 0,5 ms. Dit signaal wordt gebruikt om de ontvanger in te stellen op de signaalsterkte van het ontvangen woord en eventueel een automatische versterkingscorrectie te besturen. Na een pause van 3 ms volgt een startbit dat altijd aanwezig is en nadien de zes datapulsen in bifase formaat. De signalen worden gemoduleerd met een frequentie van 30 kHz, waarbij de aan/uit verhouding (duty-cycle) gelijk is aan 1/4.



Figuur 10-376: IR60.

IRF Een door Telefunken ontwikkeld systeem voor infrarode afstandsbediening van video- en audio-apparatuur, afkorting van "InfraRot Fernbedienungssystem". Telefunken gebruikt een bifrequentie systeem, waarbij een "L" wordt gevormd door 12 perioden van een signaal met een frequentie van 34,64 kHz uit te zenden en een "H" door 8 perioden met een frequentie van 37,31 kHz uit te stralen. Een serieel woord is volgens figuur 10-377 samengesteld uit niet minder dan 13 bits. Deze hebben de onderstaande functies.

Bits A tot en met F:

De eerste 6 bits A tot en met F vormen de binaire code die overeen komt met de ingedrukte toets.

Bits G en H:

De twee volgende bits G en H worden in de ontvanger gebruikt voor het testen van de foutloze overdracht van het volledige woord.

Bits A4 tot en met A1:

De bits A4 tot en met A1 vormen een adres, waarmee men bij ingewikkelde systemen het te bedienen apparaat kan selecteren.

Bit K:

Het laatste bit K wordt gebruikt ter controle van de data-overdracht. Om energie bij het zenden te besparen wordt steeds slechts het eerste bit van een reeks identieke bits uitgestraald. Het laatste bit K is steeds complementair aan het laatste uitgezonden bit, zodat dit steeds door de zender wordt gegenereerd. Bij het Telefunkensysteem wordt uitvoerig aandacht besteed aan het controleren van de samenstelling van de door de ontvanger opgevangen signaal. De fabrikant durft zelfs te stellen dat er slechts eens in de dertig jaar een functie geactiveerd wordt doordat een storingsbron een signaal opwekt dat door de ontvanger niet kan worden onderscheiden van een zendercode.

Een ontvangen woord wordt op onderstaande vijf criteria getest.

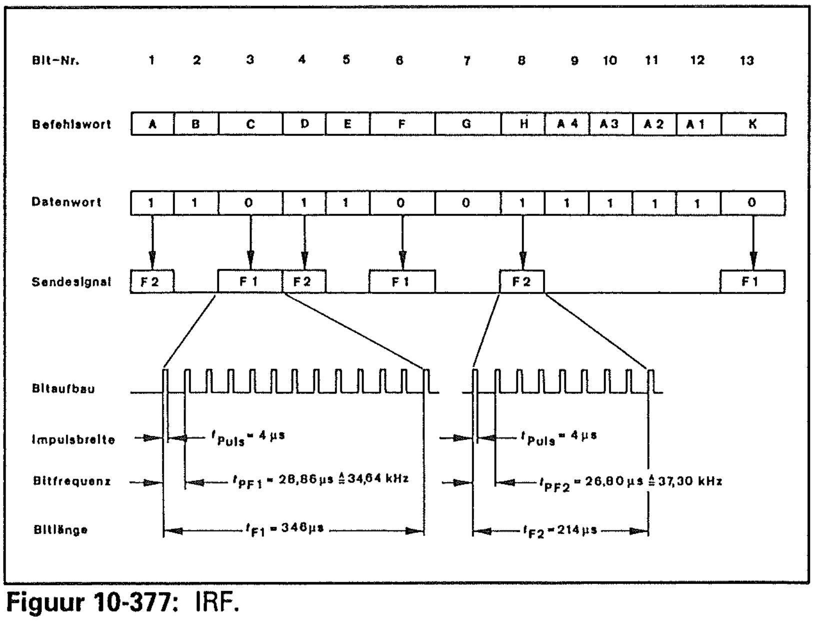
Frequentiecontrole:

Controle van de frequentie van de ontvangen pulsen door vergelijking met de frequentie van een kristalreferentie in de ontvanger. Deze gegevens mogen niet meer dan +/-3,5 % afwijken van de gegeven waarden.

Bitlengte:

Lengte van de bits, waarbij 10 ononderbroken perioden van de "L"- en 6 ononderbroken perioden van de "H"-frequentie als goed worden geaccepteerd.

Opeenvolging van de bits in een woord:
Als bijvoorbeeld een "H"-bit wordt gedetecteerd, dan mag er in de volgende bitperiode of een "L"-bit of een spatie worden herkend. Wordt in deze periode iets anders ontvangen, dan zal de ontvanger het woord afkeuren en geen besturings-actie ondernemen.
Inhoud van de controlebits G en H:
Deze bits worden op een vrij ingewikkelde manier afgeleid van de adresbits A4 tot en met A1. In het kort komt het er op neer dat de code van de bits G tot en met A1 zo wordt samengesteld dat er steeds drie niveauwisselingen op een vaste positie ontstaan, namelijk van G naar H, van A2 naar A1 en van A1 naar K. De ontvangers zijn in staat deze codesamenhang te interpreteren.
Lengte van de pauze na een woord:
De ontvanger kan het afsluiten van een woord gemakkelijk detecteren omdat het laatste bit K steeds aanwezig is. Na het ontvangen van dit bit schakelt de ontvanger naar een wachtcyclus. Gedurende deze cyclus mag de ontvanger geen bit herkennen dat uit meer dan 6 perioden van een "H"- of een "L"signaal bestaat.
Uit de vier bits die ter beschikking staan voor het vormen van een adres kan men $2^4 = 16$ adressen selecteren. Deze zestien apparaatcodes zijn door Telefunken vast toegewezen aan bepaalde audio- en videoapparaten. Op deze manier ontstaat een systeem waarbij met behulp van één afstandsbediening alle mogelijke apparatuur bediend kan worden.



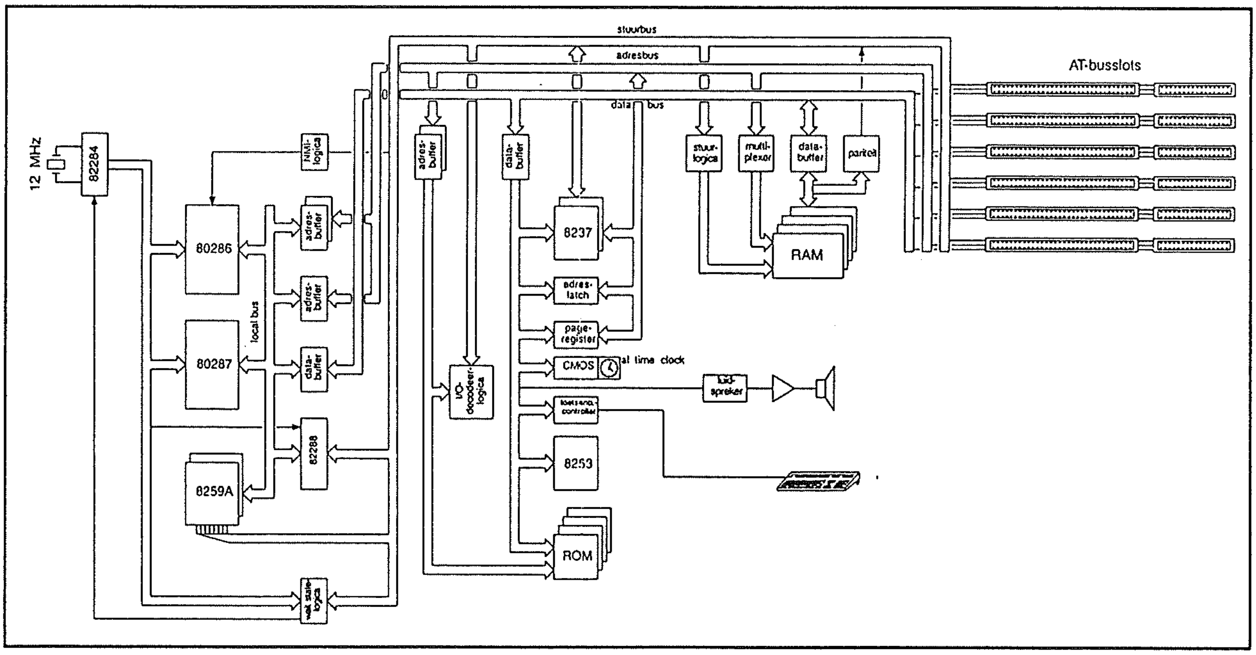
Figuur 10-377: IRF.

IRQ Afkorting van "Interrupt ReQuest".
Een belangrijke techniek in de processor-technologie. Door middel van een IRQ kunnen perifere schakelingen "inbreken" in de werking van de processor en er voor zorgen dat de processor tijdelijk aandacht besteed aan het perifere apparaat.
Op deze manier zal het systeem bijvoorbeeld onmiddellijk reageren als de muis bewogen wordt of als er een toets op het toetsenbord wordt ingedrukt.

ISA Afkorting van "Industry Standard Architecture". Het tot op heden nog steeds meest gebruikte bus-systeem voor PC's, die door IBM met de AT (80286 processor) voor het eerst werd geïntroduceerd en derhalve ook als AT-bus bekend staat. Hierbij is sprake van een 16 bit brede databus. Er kunnen echter ook nog uitbreidingskaarten met een 8 bit brede bus worden gebruikt. Deze architectuur is een verdere ontwikkeling van de allereerste PC/XT-architectuur. Bij het introduceren van de geavanceerde processor 80268 had men de mogelijkheid een zeer geavanceerde architectuur te ontwerpen. Maar zowel MicroSoft, IBM als Intel, de drie grote promotors van de PC, streefden er naar compatibiliteit te garanderen. Bezitters van een PC/XT, uitgerust met een aantal uitbreidingskaarten, zouden deze kaarten zonder enig probleem ook in hun nieuw AT-systeem moeten kunnen gebruiken. Vandaar dat bij de invoering van de 80286 AT alleen werd gestreefd naar een uitbreiding van de oorspronkelijke PC/XT-architectuur, zodat de flexibiliteit volledig bewaard bleef. De nieuwe 16 bit brede ISA-architectuur bracht talrijke verbeteringen en een verhoging van de klokfrequentie, maar bleef neerwaarts compatibel met de oorspronkelijke PC/XT-architectuur, dat wil zeggen er was ook nog steeds plaats voor 8 bit brede uitbreidingskaarten. Deze eigenschappen zorgden ervoor dat de ISA-bus al gauw tot de industriële standaard werd verheven: de ISA-standaard. Deze standaard is tot op heden bepalend voor de compatibili-

teit van de meeste PC-hardware. Het algemeen blokschema van een computer die werkt volgens de AT- of ISA-architectuur is getekend in figuur 10-378. Hierbij moet wél opgemerkt worden dat dit blokschema de situatie van een allereerste generatie AT schetst. Nadien werden door diverse IC-fabrikanten zeer gecompliceerde chip's ontwikkeld, die de functies van een groot aantal van de in de figuur afzonderlijk weergegeven blokken in zicht verenigden. Een van de fundamentele nieuwigheden van de ISA-bus was de aanwezigheid van een klein CMOS-geheugen dat door een accu steeds op spanning wordt gehouden. In dit geheugen worden de fundamentele systeemparameters opgeslagen, zoals het type van harde schijf, de hoeveelheid geheugen, etc. Een tweede functie van dit altijd onder spanning staande deel van de architectuur is het bijhouden van de tijd en de datum. Hiervoor werd in eerste instantie een speciaal IC gebruikt, maar in latere versies werd geheugen- en kalender-elektronica in één chip geïntegreerd.

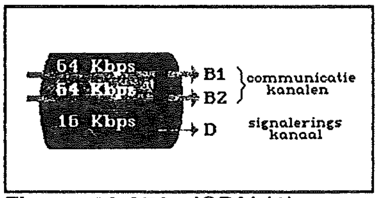
Dank zij dit geheugen hoeft men bij een AT geen schakelaartjes op het moederbord om te zetten om het systeem te configureren. Dat kan softwarematig, via enige schermen waarin men bijvoorbeeld het soort harde schijf kan invullen. Bij het verlaten van dit zogenoemd SETUP-programma worden de ingevulde gegevens in het CMOS-geheugen opgeborgen. Bij de ISA-architectuur (en overigens bij alle opvolgers tot en met EISA) kan men vijf verschillende adresbussen onderscheiden. De lokale adresbus omvat de 24 adressignalen van de processor. Deze bus wordt door middel van latches van de rest van het systeem afgescheiden. De systeem adresbus is de belangrijkste bus van de architectuur. Zij bestaat uit de gelatchte lijnen A0 tot en met A19 van de lokale adresbus. Het vergrendelingssignaal is weer ALE. De geheugen adresbus is alleen op de moederkaart van het systeem aanwezig en vormt een gemultiplexte versie van de systeem adresbus. Met de multiplexer worden in twee stappen de rij- en kolomadressen van de geheugenlocaties doorgegeven. De X adresbus is via buffers van de systeem adresbus gescheiden en verzorgt de toegang tot de I/O-unit's van het systeem. Dat zijn bijvoorbeeld de timer en een eventuele op de moederkaart aanwezige diskette-controller. Tot slot de L adresbus, die bestaat uit de adresbits A17 tot en met A23. Deze wordt uitgevoerd naar de slot's onder de vorm van de signalen LA17 tot en met LA23. De data-bus bestaat, net zoals bij de PC/XT-architectuur, uit vier delen: de lokale bus; de systeembus; de geheugenbus en de X bus. De functie van deze vier bussen is hetzelfde als bij de PC/XT-architectuur. Zoals blijkt uit het



Figuur 10-378: ISA.

blokschema is een belangrijke vernieuwing ten opzichte van de PC/XT-architectuur de aanwezigheid van twee interrupt-controllers. Die worden respectievelijk master-PIC en slave-PIC genoemd. De beide schakelingen zijn in cascade geschakeld, met als gevolg dat er nu 16 interrupt-kanalen beschikbaar zijn. De ISA-architectuur spreekt perifere apparatuur, net zoals de PC/XT, aan door middel van poortadressen. Omdat de ISA-architectuur twee parallelle poorten ondersteunt en twee DMA's en PIC's aanwezig zijn, moest er wat gesleuteld worden aan de toewijzing van de beschikbare adressen. Om de nieuwe mogelijkheden ook voor alle uitbreidingskaarten te ontsluiten, moest de busaansluiting tegenover de oorspronkelijke PC-bus worden uitgebreid. Voor dit doel werd een busuitbreiding met 38 lijnen ontwikkeld waardoor alle extra signalen voor het 16 bit gebruik konden worden aangestuurd. Door deze vorm van uitbreiding kon de oorspronkelijke PC-bus onveranderd aanwezig blijven en bleef een volledig neerwaartse compatibiliteit met 8 bit systemen gewaarborgd. De nieuwe signalen werden via een extra connector aan de uitbreidingskaarten aangeboden. Op deze manier konden de oude 8 bit brede kaarten zonder problemen gebruikt blijven worden en konden nieuw ontwikkelde 16 bit brede kaarten van de volledige functionaliteit van de ISA-architectuur gebruik maken.

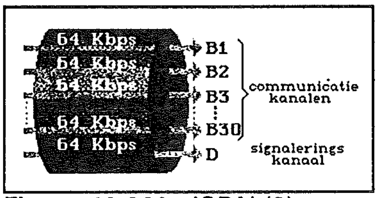
ISDN Afkorting van "Integrated Services Digital Network". Een "nieuw" digitaal telecommunicatie netwerk, dat parallel loopt aan het oude analoge netwerk van de PTT. Bij ISDN verdwijnt het verschil tussen transport van spraak- en dataverkeer. Spraak kan tegenwoordig immers op een vrij eenvoudige manier gedigitaliseerd worden en zodoende kunnen beide vormen van informatie als bitreeksen getransporteerd worden. De voornaamste eigenschap van ISDN is dat het versturen van gegevens en besturingssignalen via ***gescheiden lijnen*** gaat. De digitale gegevenskanalen worden "B" genoemd, de besturingskanalen "D". De "B" is de afkorting van "Bearer", de D van "Delta". De belangrijkste taak van het D-kanaal is signalering. Over het D-kanaal wisselen de abonnees besturingsinformatie uit met het netwerk, met de centrales en met elkaar. Het D-kanaal wordt bijvoorbeeld gebruikt om kiesinformatie te versturen teneinde een verbinding op te zetten over een van de B-kanalen. Ook belsignalen en kiestonen worden door het netwerk naar de gebruiker gestuurd over de D-kanalen. Daarnaast kunnen andere signalen uitgewisseld worden, zoals het nummer van degene die belt, de kosten van het gesprek, etc. Deze vorm van signalering wordt "buitenband-signalering" en in het Engels "out-band signalling" of "common channel signalling" genoemd. Deze techniek vormt een groot verschil met het analoge telefoonnetwerk waar signaleringsinformatie, zoals kiestonen, belsignalen en kostenpulsen in de spraakband worden getransporteerd en dus, zonder speciale maatregelen, hoorbaar zouden zijn. Naast signaleringsinformatie kan het D-kanaal gebruikt worden voor pakketgewijze datacommunicatie (volgens X.25 protocol). De genoemde functies maken het protocol van het D-kanaal natuurlijk tamelijk ingewikkeld vergeleken met de eenvoudige "inband-signalling" van het analoge telefoonnet. Abonnees kunnen twee verschillende ISDN-aansluitingen krijgen: ISDN-2 of ISDN-30. De structuur van een ISDN-2 aansluiting is geschetst in figuur 10-379. Deze "normale" ISDN-aansluiting biedt twee B-kanalen met een snelheid van 64 kb/s en één D-kanaal met een snelheid van 16 kb/s. Vandaar de veelvuldig gebruikte aanduiding "2B+D". Een dergelijke 2B+D aansluiting wordt ook wel "Basic Rate Access" (BRA) genoemd. Elk B-kanaal is geschikt voor telefonie of voor datacommunicatie. Feitelijk beschikt de abonnee dus over twee volwaardige lijnen. Dit betekent dat er twee verbindingen tegelijk en onafhankelijk van elkaar beschikbaar zijn.



Figuur 10-379: ISDN (1).

Voor grootgebruikers zijn er andere mogelijkheden om op het ISDN-netwerk aan te sluiten, namelijk ISDN-30 of 30B+D. Deze aansluiting wordt "Primary Rate Interface" (PRI) genoemd en bestaat, zoals voorgesteld in figuur 10-380, uit 30 B-kanalen van 64 kb/s en één D-kanaal, eveneens met een capaciteit van 64 kb/s. Een dergelijke aansluiting wordt gerealiseerd met een 2 Mb/s verbinding tussen abonnee en netwerk. Naast de "primary"- en "basic"-rates voorziet ISDN ook in een aantal snelle H-

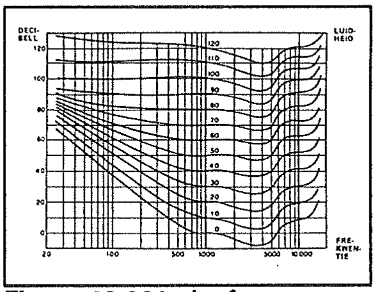
kanalen met transmissie snelheden van:
H0: 384 kb/s;
H10: 1.472 kb/s;
H11: 1.536 kb/s;
H12: 1.920 kb/s.
Deze H-kanalen ontstaan door een aantal B-kanalen samen te laten werken. De techniek die hiervoor gebruikt wordt heet "Non-Facility Associated Signaling", oftewel "NFAS". Eén H0 kanaal bestaat dan uit zes B-kanalen die volgens een ingewikkeld technisch procédé samenwerken aan de verzending van de digitale signalen. Voor H12 worden alle dertig B-kanalen van een ISDN-30 ingeschakeld. Deze kanalen zijn bedoeld voor toepassingen die meer bandbreedte nodig hebben dan één B-kanaal kan bieden. Denk bijvoorbeeld aan hoge kwaliteit video- en beeldoverdracht, muziek, datatransport met hoge snelheid, etc.



Figuur 10-380: ISDN (2).

Iso-elektrische eigenschappen Betekent, vrij vertaald, identieke elektrische eigenschappen. Atomen die een identieke verdeling hebben van hun elektronen in de buitenste schil worden iso-elektrisch genoemd.

Isofoon Is een begrip uit de geluidstechniek. Het blijkt dat het menselijke gehoor niet even gevoelig is voor alle toonhoogten. Geluiden met lage en met hoge frequenties worden minder luid ervaren dan signalen met een frequentie van bijvoorbeeld 1 kHz. Ook blijkt dat de gevoeligheid van het oor afhankelijk is van de geluidssterkte. Hoe lager het volume hoe groter het verschil in gevoeligheid wordt voor verschillende frequenties. Men kan dus een aantal lijnen in een grafiek tekenen, zoals weergegeven in figuur 10-381. Iedere lijn geeft het verloop van de gevoeligheid van het oor weer in functie van de frequentie, voor een bepaald geluidsvolume. Een lijn uit deze grafiek noemt men een isofoon, de totale karakteristiek is de isofonenbundel. Letterlijk betekent isofoon: gelijk geluid, wat zeer duidelijk de betekenis van iedere lijn weergeeft.



Figuur 10-381: Isofoon.

Isolatie transformator Is gelijk aan een normale transformator, waarbij men echter niet beoogt een hoge spanning om te zetten in een lagere (of omgekeerd), maar uitsluitend om twee stroomkringen van elkaar gescheiden te houden. De omzetverhouding bedraagt in vrijwel alle gevallen 1:1. Doel van een isolatie trafo is in vrijwel alle gevallen verhogen van de veiligheid. Isolatie transformatoren worden ook wel scheidingstrafo's genoemd. Voor werkzaamheden in de doe-het-zelf sfeer zijn isolatie transformatoren in feite veel te duur. Voor de enkele keren dat het erg nuttig is gescheiden van het net te werken (bijvoorbeeld bij het experimenteren met rechtstreeks aan het net hangende lichtorgelschakelingen) kan men ook gebruik maken van twee in de rommelbak aanwezige identieke voedingstrafo's. De twee secundaire wikkelingen worden met elkaar verbonden. De primaire wikkeling van de ene trafo wordt aangesloten op het net. De primaire wikkeling van de tweede trafo levert dan een spanning van 220 V die volledig gescheiden is van het net en waar dus geen risico van elektrocutatie bij aanwezig is.

Isolatie weerstand Is de elektrische weerstand tussen twee geleiders, die via een isolator van elkaar gescheiden zijn. De waarde van die weerstand wordt uitgedrukt in GΩ (giga = 10^9 Ω of duizend miljoen ohm) of TΩ (terra = 10^{12} Ω of een miljoen miljoen ohm).

Isolator In feite het tegengestelde van geleider. In de elektronica meestal gebruikt ter aanduiding van het niet-geleidende omhulsel van een draad of geleider. In de meer algemene zin staat isolator voor een medium, dat een erg hoge elektrische weerstand heeft. De soms meters hoge porceleinen staven waarmee hoogspanningsleidingen aan een hoogspanningsmast zijn bevestigd, noemt men ook isolatoren. Een isolator moet geen vaste stof zijn: olie en lucht zijn eveneens uitstekende isolatoren. De ideale isolator is het vacuüm. Alle stoffelijke isolatoren hebben een eindige soortelijke weerstand en zullen dus toch kleine elektrische stromen doorlaten die men lekstromen noemt. Goede isolatoren zijn: glas, ceramische materialen, micca en een hele reeks materialen op minerale basis. Uiteraard heeft de moderne chemie voor een aantal kunstmatige isolatoren gezorgd! In de au-

diowereld wordt een stof die geluid, dus luchttrillingen, zeer slecht geleidt ook een isolator genoemd.

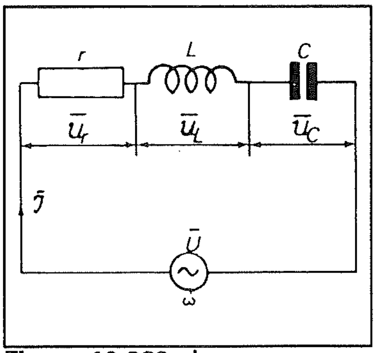
Isotoop Isotopen zijn atomen, die een gelijk aantal protonen en elektronen hebben, maar ongelijke hoeveelheden neutronen in hun kern hebben. Chemisch hebben zij dezelfde eigenschappen, maar hun massa is ongelijk.

Italics Grafische vakterm voor *cursief* schrift.

J

j Het symbool j word in de theoretische elektriciteitsleer gebruikt als voorstelling van het niet bestaande imaginaire getal "de vierkantswortel van -1". Dit is een onderdeel van die tak van de wiskunde, die men complexe rekenwijze noemt. Dit imaginaire getal kan voorgesteld worden op een as, die loodrecht staat op de as van de reële getallen. Men kan dus stellen dat er tussen de as van de reële getallen en de as van de imaginaire getallen een fase-verschil van 90° bestaat. Omdat men in de elektriciteit ook vaak met faseverschuivingen moet werken heeft de introductie van de imaginaire rekenwijze met j een grote vereenvoudiging tot gevolg. In figuur 10-382 is als voorbeeld een trillingskring voorgesteld, samengesteld uit de serieschakeling van een weerstand, een condensator en een spoel. De drie onderdelen hebben een impedantie, waarvan alleen Z_R constant is. De impedanties van de condensator en de spoel zijn afhankelijk van de frequentie. De algemene uitdrukking voor de totale impedantie Z van de kring kan nu als volgt geschreven worden:
$Z_T=Z_R+Z_C+Z_L$
of, op complexe manier:
$Z_T=R+jX_L+jX_C$
De impedanties van de spoel en de condensator kunnen dus voorgesteld worden door hun reactanties X, vermenigvuldigd met het getal j. De reactanties van C en L worden gegeven door de uitdrukkingen $X_L=2*\pi*L$ en $X_C=1/2*\pi*C$.

J Symbool voor energie (of arbeid), afkorting van Joule. Genoemd naar de Engelsman James Joule, die aantoonde dat de energie die in één seconde in een weerstand wordt opgewekt, gelijk is aan het product van de stroom door de weerstand en de spanning die over de weerstand staat. Deze beroemde "formule van Joule" luidt:
$P=U*I$
Met deze eenvoudige formule kan men het vermogen berekenen, dat een weerstand moet kunnen verdragen als er een bepaalde stroom doorheen vloeit. Heel handig is de afgeleide formule:
$P=U^2/R$
die ontstaat door de wet van Joule te combineren met de wet van Ohm. Met deze formule kan men bijvoorbeeld op een eenvoudige manier het vermogen berekenen, dat in een luidspreker met een impedantie R wordt opgewekt als de eindversterker een spanning U levert.



Figuur 10-382: j.

Jack Ander woord voor sommige vrouwelijke connectoren. Een plug (mannelijke connector) wordt in een jack gestoken, waardoor de elektrische verbinding tot stand komt.

Jacket Het papieren of plastic hoesje waarin diskettes worden opgeborgen als bescherming tegen vuil en andere omgevingsinvloeden.

Jackson-methode Een term uit de software engineering, waarmee een zeer gestructureerde methode wordt bedoeld om programma's te ontwerpen die grote hoeveelheden data moeten manipuleren. Deze gestructureerde ontwerpmethode betekent dat er volgens vaste (van tevoren) gedefinieerde stappen gewerkt wordt.
Stap een. De eerste stap waar men altijd mee moet beginnen is het maken van een planning. In een planning hoort te staan wie wat wanneer uit moet voeren, hoelang dit duurt en welke materialen men daar voor nodig heeft.
Stap twee. Het tweede onderdeel dat men moet opstellen is de probleemstelling. Hierin dient men het probleem vast te stellen, wat er gedaan moet worden en hoe dit dient te gebeuren.
Stap drie. Vervolgens moet men een ontwerp voor de realisatie van de probleemstelling definiëren.
Hier dient men de specificaties van het programma vast te leggen. De data structuren en de representatie van de verschillende gegevens worden hier bepaald.
Stap vier. In deze stap dient men alle voorgaande stappen te implementeren tot een werkend programma.
Jackson is een methode die uitgaat van de data waarmee gewerkt moet worden, dit heet "Data Driven". Hiernaast kent men nog een tweede principe, namelijk het "Function Driven". Dit betekent dat de programmering uitgaat van de functie's die het programma moet verrichten, dit in tegenstelling tot de data waarmee gewerkt moet worden. "Function Driven" vindt men vaak terug in de wiskundige hoek (want daar werkt men al met

functie's), terwijl men "Data Driven" vaak kan vinden in de administratieve hoek.

Jacob-wet De wet die stelt dat een motor maximaal vermogen levert als de aan de motor aangelegde spanning precies gelijk is aan de tegen-emk die door de spoelen in de motor wordt opgewekt.

JADE Letterwoord voor "Joint Audio Decoder Encoder", een door Siemens ontwikkelde reeks geïntegreerde schakelingen die in digitale telecommunicatie wordt toegepast.

Jag Een vervorming die veroorzaakt wordt door het tijdelijk uit synchronisatie raken van zendende fax en ontvangende fax. Uit zich meestal door zwarte strepen in de fax-afdruk.

Jam Ander woord voor "bandsalade". Verschijnsel dat ontstaat als het transportmechanisme van een cassetterecorder defecten vertoont, waardoor de band wel uit de afrolspoel wordt gedraaid, maar niet op de oprolspoel wordt opgewikkeld, zodat de band in slierten uit de cassette puilt.

JAM-signaal Een signaal in een Ethernet (een computernetwerk), dat op de bus wordt gezet als er een botsing optreedt, doordat twee stations op hetzelfde moment gegevens beginnen uit te zenden.

Jank Naam voor hoorbare toonhoogtevariaties die ontstaan als gevolg van meer of minder periodiek optredende snelheidsvariaties in het aandrijfmechanisme van een bandrecorder of platenspeler. De voornaamste oorzaak van jank is een vervuilde aandrijfriem tussen de motor en het wieltje van de capstan-as. Voor dit verschijnsel gebruikt men ook de uitdrukkingen "jengel" en "flutter".

Java Een door SUN ontwikkelde programmeertaal voor pagina's die via het WWW van het Internet verspreid worden. Java-code kan ingebed worden in HTML-codering (zie aldaar) en laat toe kleine applicaties vanuit de WWW-browser op te starten. Hierdoor ontstaat de mogelijkheid interactieve pagina's te ontwerpen, hetgeen met de volledig statische omgeving van pure HTML-codering uiteraard niet mogelijk is.

Java-script Een stuk programma-code, geschreven in Java (zie aldaar).

JCL Letterwoord voor "Job Control Language", een procedure-taal voor het schrijven van taak-besturingen, te vergelijken met de manier waarop taken worden bestuurd in de .BAT-files van MS-DOS.

JEDEC Letterwoord voor "Joint Electron Device Engineering Council". Een internationale organisatie die zich bezig houdt met het standaardiseren van de eigenschappen van elektronische onderdelen. JEDEC is de organisatie die bijvoorbeeld de kleurencodering voor weerstanden verzonnen heeft (zie figuur 10-383), de gestandaardiseerde afmetingen van halfgeleider-behuizingen en de "Pro Electron"-code voor halfgeleiders, lees ook "Halfgeleider codering".

JEDEC-file Een file, die onderdeel uitmaakt van een programmeer-systeem voor programmeerbare logische schakelingen (PLD's). Dit formaat werd oorspronkelijk ontwikkeld door de fabrikant DATA I/O voor eigen PLD-programmers, maar is een de-facto standaard geworden.
De JEDEC-file, waarvan figuur 10-384 een voorbeeld geeft, wordt door de programmeersoftware via de seriële poort naar het programmeerapparaat gestuurd. De file bestaat uit een aantal commando's, voorafgegaan door een "*":
: N: kommentaar;
QF: totaal aantal zekeringen in het IC;
QP: aantal pennen van het IC;
QV: maximaal aantal testvectoren;
F: default toestand van een zekering;

KLEUR	WAARDE	FACTOR	TOLERANTIE	TEMP.COEF
ZILVER		:100	+/-10 %	
GOUD		:10	+/-5 %	.
ZWART	0	x1		250 ppm/°C
BRUIN	1	x10	+/-1 %	100 ppm/°C
ROOD	2	x100	+/-2 %	50 ppm/°C
ORANJE	3	x1.000		15 ppm/°C
GEEL	4	x10.000		25 ppm/°C
GROEN	5	x100.000	+/-0,5 %	20 ppm/°C
BLAUW	6	x1.000.000	+/-0,25 %	10 ppm/°C
PAARS	7		+/-0,1 %	5 ppm/°C
GRIJS	8			
WIT	9			

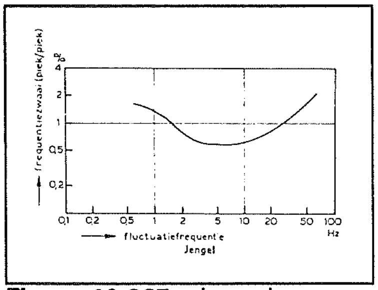
Figuur 10-383: JEDEC.

C: genereren van een positieve flank;
K: genereren van een negatieve flank;
N: niet te testen pennen, zoals massa en voeding;
H: hoog logisch niveau;
L: laag logisch niveau;
XL: logisch niveau is verder onbelangrijk;
Z: testen op hoog-ohmige toestand van een uitgang.
Nadien volgen de programmeergegevens voor de zekeringen van de PLD. Deze data zijn opgenomen tussen twee regels met de coderingen <STX> (start) en <ETX> (einde). De programmeergegevens staan in lange regels, waarbij een 1 staat voor een te programmeren zekering en een 0 voor een niet te programmeren zekering. Deze regels worden voorafgegaan door de basis-code van de zekeringen die in de regel geprogrammeerd worden. Dit getal wordt voorafgegaan door de codering *L.

```
PAL20L8
ATARI LINK ADAPTER (ALIA)
*QP24
*QF3200
<STX>
*G0*F0
*L0000 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111
*L0040 1111 1111 0111 1111 1111 1111 1111 0111 0111 1111
*L0640 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111
*L0680 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1011
*L0720 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1110
*L0960 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111
*L1000 1110 1111 1111 1111 1111 1111 1111 0111 0111 1011
*L1040 1110 1111 1111 1111 1111 1111 1111 0111 0111 1110
*L1280 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111
*L1320 1011 0110 1111 1111 1111 1111 1011 1111 1111 1111
*L1360 1011 1001 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1110 1111
*L1400 1011 0101 1111 1111 1111 1011 1111 1111 1111 1111
*L1440 0111 1110 1111 1111 1111 1011 1111 1111 1111 1111
*L1480 0111 1101 1111 1111 0111 1111 1111 1111 1111 1111
*L1520 1101 1111 1111 1111 1111 1011 1111 0111 1111 1111
*L1600 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111
*L1640 1101 1111 1111 1111 1111 1111 1111 0111 1111 1011
*L1680 1101 1111 1111 1111 1111 1111 1111 0111 1111 1110
*L1920 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111
*L1960 1111 1111 1111 0111 1111 1111 1111 1111 1101 1111
*L2000 1101 1111 1111 0111 1111 1111 1111 1111 1110 1111
*L2040 1110 1111 1111 1011 1111 1111 1111 1111 1101 1111
*L2080 1110 1111 1111 1111 0111 1111 1111 1111 1111 1111
*L2120 1010 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111
*L2160 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1011 1111 1111
*L2240 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111
*L2280 1111 1111 1111 1111 1111 1101 1111 1111 1111 1111
*C80D7
*<ETX>1A12
```

Figuur 10-384: JEDEC-file.

Jengel Hoorbare toonhoogtevariaties bij de weergave van platen en magnetische bandopnamen. De jengel ontstaat als gevolg van snelheidvariaties in het aandrijfmechanisme van plaat of band. De frequentie van dit verschijnsel is afhankelijk van het toerental van het aandrijfmechanisme en ligt bij platendraaiers tussen 0,56 Hz en 1,12 Hz en bij cassetterecorders tussen 25 Hz en 50 Hz. De waarneembaarheid van jengel is afhankelijk van de frequentie van het verschijnsel en van de frequentiezwaai van het verschijnsel. Dit verband wordt gegeven door de grafiek van figuur 10-385. Hieruit blijkt dat het verschijnsel het best opgemerkt wordt als de jengel een frequentie heeft van ongeveer 7,5 Hz. Dan valt de gemiddelde luisteraar/ster een frequentieafwijking van ongeveer 0,5 Hz rond de gemiddelde waarde al duidelijk op. Gelukkig treedt deze gevoeligste frequentie in de praktijk noch bij platenspelers, noch bij cassetterecorders op!
Maatregelen om jengel te verminderen zijn het verhogen van de massa van het vliegwiel, dat aan de as van de motor gekoppeld is. Ook nauwkeurig en snel werkende elektronische snelheidsstabilisatoren dragen bij aan de minimalisering van jengel.



Figuur 10-385: Jengel.

J(E)PEG Door uitspraak verbastering van "JPEG". Letterwoord voor "Joint Photographic Experts Group". Op initiatief van twee internationale normeringsinstituten, de ISO (International Standardisation Organisation) en de IEC (International Electrotechnical Committee) werd in 1988 een internationale werkgroep opgericht met als naam "Joint Photographic Expert Group". Deze werkgroep ging door het leven onder de naam JPEG en was samengesteld uit internationaal toonaangevende experts op het gebied van compressietechnieken en digitale beeldverwerking. In de werkgroep waren alle belangrijke internationale industrieën vertegenwoordigd uit de gebieden consumentenelektronica, automatisering, datacommunicatie en IC-fabricage. Deze groep heeft een internationaal aanvaarde standaard opgesteld voor het comprimeren van pixelgrafieken die onder de vorm van digitale gegevens opgeslagen en verzonden moeten worden. Deze norm is het bekende grafische formaat .JPG. JPG is een beeldcompressietechniek, beschreven in de ISO/IEC-norm 10.918, die geschikt is voor een breed scala van toepassingen met verschillende kwaliteiten, resoluties, compressieniveaus en kleurmodellen.
Pixelgrafieken ontstaan bijvoorbeeld bij het scannen van illustraties en foto's. De scanner verdeelt het te scannen materiaal is een puntenmatrix, bijvoorbeeld 300 puntjes per inch in de lengte en in de breedte. Deze puntjes noemt men pixels. Van ieder puntje wordt de kleurwaarde bepaald en opgeslagen onder de vorm van digitale informatie. In het eenvoudigste geval, scannen in zwart/wit, kan ieder

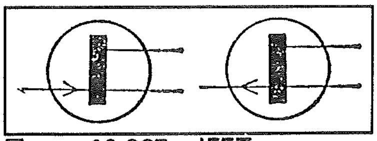
punt in één bit opgeslagen worden, zodat de uiteindelijke scan van de foto tamelijk compact is. Wil men de foto echter scannen in "true colour", met meer dan 16.000.000 kleuren, dan heeft men 3 bytes per pixel nodig. Per vierkante inch heeft men dan (300*300) * 3 byte = 270 kB nodig! Het zal duidelijk zijn dat de elektronische informatie tientallen MB groot wordt als men een foto van normale afmetingen scant. Dergelijke grote files zijn natuurlijk niet zo geschikt om via data-communicatie verzonden te worden. Het JPG-formaat gaat uit van een scan, die op de beschreven manier verkregen is. Nadien past de compressiesoftware zeer intelligente algoritmen toe, die tot gevolg hebben dat de originele file soms tot 1/10 van de originele grootte wordt gereduceerd. JPG-files kunnen dus veel sneller via data-communicatiekanalen verstuurd worden en bovendien is het JPG-formaat een van de twee grafische formaten die ondersteund worden door HTML, de taal waarmee de pagina's die op het "World Wibe Web" staan worden geschreven. Gedetailleerde foto's kunnen, dankzij het werk van de JPEG, toch vrij snel via het trage Internet verstuurd worden.
De JPG-standaard beschrijft twee compressieschema's:
Lossy;
Lossless.
Bij de lossy-techniek zal het beeld dat wordt teruggewonnen uit de compressiegegevens niet ***identiek zijn aan het originele beeld***. Er worden dus bij de compressie gegevens verwijderd. Nu valt dat nauwelijks op, omdat het menselijke oog een vrij ongevoelig instrument is. Zo is het oog zeer ongevoelig voor kleine nuances in kleur. Van deze wetenschap wordt bij de lossy-techniek gebruik gemaakt om zeer hoge datareducties te verkrijgen. In de tabel van figuur 10-386 is een overzichtje gegeven van de reductiefactoren die met de lossy-techniek haalbaar zijn en de kwaliteit van het herwonnen beeld. Uitgegaan wordt van een "true color" beeld met een kleurendiepte van 24 bit per pixel. Zelfs bij een compressie tot gemiddeld 1,5 bit per pixel blijkt het herwonnen beeld nauwelijks van het origineel te onderscheiden!

BITS PER PIXEL NA COMPRESSIE	COMPRESSIE FACTOR	KWALITEIT NA COMPRESSIE
0,15	160	HERKENBAAR
0,25	96	BRUIKBAAR
0,75	32	GOED
1,50	16	UITSTEKEND
3,00	8	ORIGINEEL

Figuur 10-386: J(E)PEG.

Bij de lossless-techniek wordt gebruik gemaakt van compressie-algoritmen die tot gevolg hebben dat het originele beeld tot op pixelniveau onaangetast herwonnen kan worden. Het zal duidelijk zijn dat deze techniek veel lagere compressiefactoren oplevert.

JFET Afkorting van "Junction Field Effect Transistor". Een FET waarbij het contactoppervlak tussen de gate en het stuk halfgeleidermateriaal dat de source/drain vormt, gereduceerd is tot een zo klein mogelijk oppervlak, bij benadering een punt. De symbolen voor een JFET zijn getekend in figuur 10-387, links voor een n-type, rechts voor een p-type.



Figuur 10-387: JFET.

JETAG Letterwoord van "Joint European Test Action Group", de voorloper van de JTAG, zie aldaar.

Jitter Kleine variaties is het tijdsverschil tussen het verschijnen van zich herhalende impulsen, bijvoorbeeld als gevolg van onnauwkeurigheden in de werking van multivibratoren of triggerschakelingen.

J/K Eenheid van de entropie, voluit Joules per graad Kelvin. De entropie is een eenheid uit de theoretische natuurkunde, die een maat is voor de energie die in een afgesloten systeem verloren gaat onder de laagste energievorm die bestaat, namelijk warmte.

JK flip-flop Een type flip-flop, waarvan de werking wordt bepaald door de combinatie van lage en hoge signalen op twee ingangen J en K. Het logische symbool van een JK flip-flop is getekend in figuur 10-388. De schakeling reageert, zoals iedere flip-flop, op spanningssprongen op de clock-ingang. De manier waarop de schakeling op deze pulsen reageert is afhankelijk van de logische niveaus op J en K. Indien beide ingangen "L" zijn dan reageert de schakeling niet op de clockimpulsen. Is de J-ingang "H" en de K-ingang "L", dan wordt de flip-flop bij de volgende clock-impuls geset, hetgeen wil zeggen dat de Q-uitgang "H" wordt. Was de flip-flop reeds in deze stand, dan reageert de schakeling niet op deze impuls. Zijn J en K "H", dan klapt de schakeling bij iedere clock-puls om. In dit geval werkt de schakeling dus als een gewone type-D flip-flop. De waarheidstabel van een JK flip-flop is getekend in figuur 10-389.

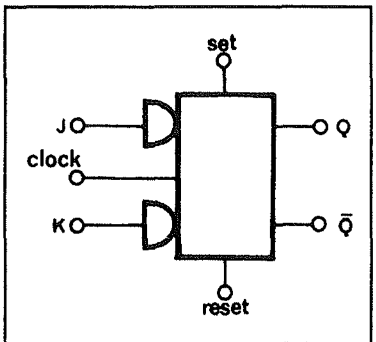
Job De opdracht aan een computer om een bepaald computer-

programma uit te voeren, meestal bestaande uit verschillende run's van hetzelfde programma, maar met verschillende invoerparameters.

Johnson-Lark-Horowitz effect Het verschijnsel dat de soortelijke weerstand van een metaal toeneemt als gevolg van elektronen-scattering in atomen van onzuiverheden in het metaal.

Johnson-ruis Andere benaming voor thermische ruis. Thermische ruis ontstaat doordat er in een elektrische geleider veel elektronen voorkomen, die een vrij losse binding met hun atomen hebben. Onder invloed van de temperatuur kunnen deze elektronen van atoom naar atoom springen. Hierdoor ontstaan tijdelijk ladingsverschillen *in* de geleider, die zich uiten onder de vorm van kleine spanningsverschillen ***over*** de geleider. Omdat deze atomaire verschijnselen volledig statistisch plaats vinden en dus zowel snel achter elkaar als ook vrij traag kunnen optreden, heeft deze thermische ruis spanning een heel breed frequentiebereik, van enige Hz tot vele MHz. In figuur 10-390 is het typisch uiterlijk van thermische ruis op het scherm van een oscilloscoop voorgesteld.

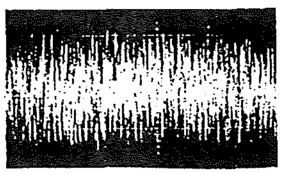
Johnson-teller Andere benaming voor ring-teller. Een binaire teller die uit een aantal flip-flop's bestaat en waarbij de uitgang van de laatste is doorverbonden met de ingang van de eerste. Alle flip-flop's worden gestuurd uit een gemeenschappelijke clock. Injecteert men een puls in deze ring, dan zal deze op het ritme van de clock van flip-flop naar flip-flop worden overgedragen. Omdat de kring gesloten is, blijft de puls de keten doorlopen. Johnson-tellers worden in de praktijk gebruikt voor het tijdelijk bewaren van kleine bitsequenties.



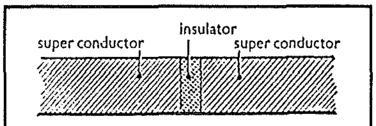
Figuur 10-388: JK flip-flop (1).

J	K	Q_{t+1}	$\bar{Q}_{t+1}$
L	L	Q_t	$\bar{Q}_t$
L	H	L	H
H	L	H	L
H	H	$\bar{Q}_t$	Q_t

Figuur 10-389: JK flip-flop (2).



Figuur 10-390: Johnson-ruis.



Figuur 10-391: Josephson-junctie.

Joly-transformator Een transformator die wordt gebruikt voor frequentie-vermenigvuldiging. De werking berust op de niet lineaire eigenschappen van de BH-curve (zie aldaar). Stuurt men een HF-stroom door de primaire wikkeling, dan zal de magnetische kern door de primaire piekstroom in verzadiging worden gestuurd. De secundair opgewekte spanning is dus vervormd en bevat veel hoge harmonischen van de primaire frequentie. Door de Joly-transformator op te nemen in een afgestemde LC-kring, kan men er voor zorgen dat de secundaire wisselspanning voornamelijk uit de tweede of derde harmonische bestaat van de primaire spanning.

Josephson-effect Het natuurkundige effect, voorspeld door Brian Josephson, dat als er een stroom vloeit door de spleet tussen twee supergeleidende puntvormige geleiders, er een HF-spanning wordt gegenereerd.

Josephson-junctie Een onderdeel gebaseerd op het Josephson-effect (zie aldaar). Deze junctie bestaat, zie figuur 10-391, uit twee supergeleidende metalen, die gescheiden zijn door een heel dunne isolator (duizendsten van een millimeter). Legt men een gelijkspanning aan over de junctie, dan zal er een gelijkstroom door de junctie gaan vloeien, dus ***ook door de isolerende laag***! Bovendien valt er geen spanning over de isolator, deze gedraagt zich dus ook als een super-geleider.

Joshi-effect Het verschijnsel dat de stroom die door een gas vloeit van waarde verandert als het gas door ionisatie licht gaat uitstralen.

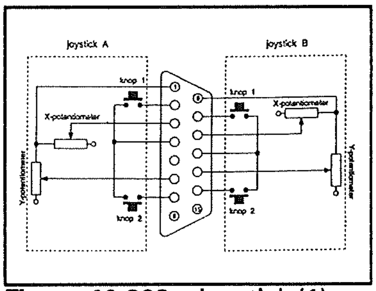
Joule Zie J.

Joule-effect Het verschijnsel dat stroom die door een weerstand vloeit warmte opwekt in die weerstand. Zie ook J.

Joule, wet van De wet die zegt dat als door een weerstand R een stroom I vloeit er per seconde in die weerstand een hoeveelheid vermogen wordt opgewekt van I^2*R. Dit vermogen wordt volledig in warmte

omgezet. Deze belangrijke wet werd in 1840 experimenteel (empirisch) bepaald door James Joule, maar kan ook volledig wiskundig worden afgeleid uit de basiswetten van de elektrotechniek.

Joystick Een stuurknuppel die aangesloten wordt op een uitbreidingskaart van een computer en waarmee men de cursor over het scherm kan bewegen. De standaard PC-interface is in staat twee stuurknupels aan te sturen. De kaart is te benaderen via de functies IN en OUT en het poortadres 201h. De kaart wordt verbonden met de onderste acht bits van de databus, de tien laagste bits van de adres-bus en de besturingssignalen IOR en IOW. De kaart heeft een 15-polige connector, waarvan de aansluitingen zijn gegeven in de tabel van figuur 10-392. Een joystick bevat twee potentiometers van 100 kΩ, die de X- en Y-positie van de stuurknuppel vertalen in twee weerstandswaarden. Iedere joystick bevat twee knoppen, die een normaal open schakelaar bedienen en waardoor de stuurleidingen op "H" worden gehouden. Drukken op een knop brengt de betreffende leiding naar "L". De weerstandswaarden van de potentiometers worden door een monostabiele multivibrator omgezet in een puls met een breedte tussen 24,2 µs en 124 µs. Bij de start van deze puls gaan vier statusbits AY, AX, BY en BX naar "H". Bij het einde van de puls gaat het betreffende bit naar "L". Op deze manier wordt de weerstandswaarde van de potentiometer omgezet in een tijdsduur, die door de software geïnterpreteerd kan worden. De status van het status-byte kan opgevraagd worden via de BIOS-functie 84h van de INT 15h. In de tabel van figuur 10-393 is het formaat voor het oproepen van deze functie weergegeven.



Figuur 10-392: Joystick (1).

Register	Aanroepwaarde	Retourwaarde
AH	84h	
AL		schakelaarstanden (bit 7..4)
AX		AX-waarde
BX		AY-waarde
CX		BX-waarde
DX	00h: schakelaarstand 01h: omzettingsniveau	BY-waarde
Carry		fout, als <> 0

Figuur 10-393: Joystick (2).

JPEG Zie J(E)PEG.

JPG De standaard-extensie van grafische files die via het JPEG-algoritme zijn gecomprimeerd. Ze J(E)PEG.

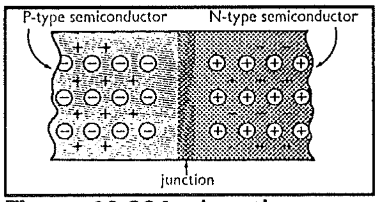
JTAG Letterwoord van "Joint Test Action Group", een internationaal comité van onderdelenfabrikanten, die een gestandaardiseerde manier heeft beschreven voor het "in-circuit" testen van onderdelen, IC's, functieblokken, printen en volledige apparatuur. Deze methode heet "BST" (Boundary Scan Testing). Zie bij BST.

Jump Een processor-instructie, waarmee de uitvoering van een programma naar een andere instructie wordt geleid of naar een bepaald geheugenadres.

Jumper Een klein geïsoleerd soepel draadje, aan weerszijden voorzien van een banaansteker, waarmee delen van een schakeling tijdelijk met elkaar verbonden kunnen worden.

Jumper Een zeer kleine connector, onder de vorm van een U-vormig gebogen stevig draadje, waarmee op een printplaat bepaalde eenmalige instellingen worden uitgevoerd. Jumpers worden bijvoorbeeld gebruikt voor het instellen van interrupts en I/O-adressen op uitbreidingskaarten voor computers.

Junctie Het contactoppervlak tussen twee halfgeleiders van tegengestelde polariteit (n en p). Beide typen ontstaan door zuiver halfgeleidend materiaal te verontreinigen met bepaalde chemische stoffen. Daardoor zal het materiaal in het ene geval een teveel aan vrije elektronen krijgen en in het andere geval een tekort aan vrije elektronen. Brengt men beide verontreinigde halfgeleiders in innig contact met elkaar, dan ontstaat op de grensstrook een overgang, de junctie, zie figuur 10-394.



Figuur 10-394: Junctie.

Junctie-capaciteit de capaciteit die staat over een in sper geschakelde junctie. Deze eigenschap bepaalt de hoogfrequent eigenschappen van de junctie in belangrijke mate en is bijvoorbeeld de reden dat dioden hun gelijkrichtende eigenschappen verliezen bij zeer hoogfrequente signalen. De impedantie van de junctie-capaciteit wordt dan zo laag, dat de diode als een impedantie gaat werken en de HF-stroom in beide richtingen doorlaat.

Junctie-diode Een halfgeleider diode die ontstaat door een n-verontreinigde halfgeleider in contact te brengen met een p-verontreinigde halfgeleider.

Junctie-isolatie Een techniek die gebruikt wordt bij de fabricage van IC's. De onderdelen op de chip worden van elkaar geïsoleerd door gebruik te maken van in sper geschakelde pn-juncties.

Junctie-transistor Een transistor waarbij de emitter en de collector zijn samengesteld uit juncties (zie aldaar) van n- en p-materiaal. Vergelijk met de punt-contact transistor (zie aldaar).

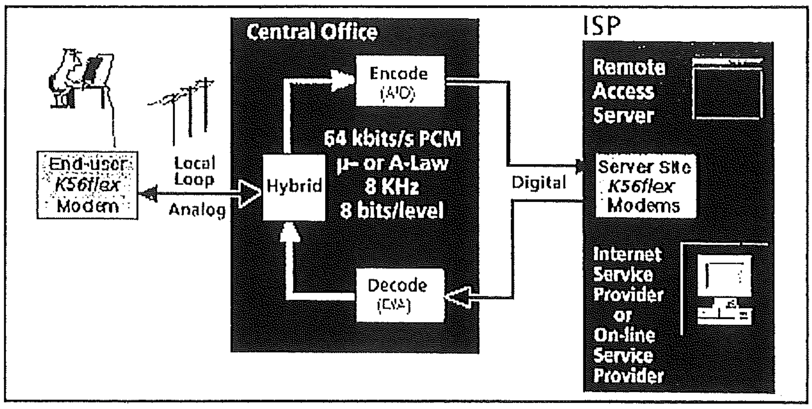
K

k De kleine letter k staat voor de afkorting van kilo, een voorvoegsel waardoor een bepaalde eenheid vermenigvuldigd wordt met 1.000. Wordt in de elektronica uitbundig gebruikt. Voorbeelden: kilo-volt (kV) is 1.000 volt, kilo-ohm (kΩ) is 1.000 ohm, kilo-hertz (kHz) is 1.000 hertz.

K In de universele Europese notatie voor halfgeleiders staat K, als tweede letter gebruikt, voor magneetafhankelijke halfgeleiders met open magnetische kring.

K56FLEX-technologie Een nieuwe modem-technologie, waarmee in één richting snelheden tot 56 kbps (kilobit per seconde) over traditionele analoge telefoonlijnen mogelijk zijn.

Deze technologie schijnt veelbelovend te zijn voor communicatie over het Internet. Traditionele analoge modem's bieden een theoretische maximale datasnelheid van 33,6 kbps. De eindgebruiker/ster heeft een analoog V.34-modem, de digitale gegevens die vanuit zijn of haar computer worden verzonden worden eerst analoog gemoduleerd en dan via een analoge PTT-lijn naar een centrale verzonden. Alle Nederlandse centrales werken tegenwoordig echter digitaal. De analoge gegevens worden dus digitaal gecodeerd en via PTT-lijnen naar een tweede centrale verzonden. Hier worden de digitale gegevens weer omgezet in analoge signalen en via een analoge PTT-lijn naar de V.34-modem's van de Internetprovider verstuurd. Daar worden zij weer omgezet in digitale codes en in de servers verwerkt. Al met al worden bij dit traditionele systeem dus nogal wat code-omzettingen gepleegd! Tussen een Internet-gebruiker/ster en een Internet-provider treedt in de meeste gevallen geen evenwichtige communicatie op. De provider zal veel meer gegevens naar de gebruiker/ster zenden dan de gebruiker/ster naar de provider. Het zou dus handig zijn als er een technologie ontwikkeld kon worden, die gebruik blijft maken van de traditionele analoge PTT-lijn tussen gebruiker/ster en centrale, maar die toch het verzenden van gegevens tussen Internet-provider en Internet-gebruiker/ster zou versnellen. De veel geringere communicatie van gebruiker/ster naar provider zou dan op de bekende manier kunnen blijven verlopen. Met nieuwe, door Rockwell en US Robotics ontwikkelde, technieken is het mogelijk om met een analoog modem in één richting een snelheid tot 56 kbps te halen bij Internet-communicatie. De snelheid van een digitale ISDN-verbinding wordt daarmee bijna gehaald, zeker als men van een goede compressie gebruik maakt. Rockwell en US Robotics maken van hetzelfde principe gebruik. Rockwell noemt deze techniek K56FLEX en US Robotics X2. Meestal wordt deze technologie aangeduid met de term K56 of FLEX, de benaming X2 is naar de achtergrond verdrongen. Het schema van figuur 10-395 laat zien hoe deze nieuwe techniek werkt. Het is absoluut noodzakelijk dat de Internet-provider een digitale aansluiting op het telefoonnetwerk heeft. Dit is eigenlijk altijd het geval aangezien de meeste Internet-providers een ISDN-30 aansluiting hebben. De eindgebruiker is via een nieuw K56FLEX-modem en een normale analoge PTT-lijn verbonden met de Internet-provider. In de communicatie van eindgebruiker naar provider verandert niets. Ook bij K56FLEX wordt deze zogenoemde "upstream" analoog gemoduleerd en uitgezonden zodat de maximale snelheid 33,6 kbps bedraagt. Bij het ontvangen van gegevens zoals hypertekst documenten, plaatjes of bestanden spreekt men van "downstream". Met de nieuwe techniek wordt de door de Internet-provider verstuurde data niet meer analoog gemoduleerd maar digitaal gecodeerd. De datastroom tussen de Internet-provider en de PTT-centrale in de woonwijk van de

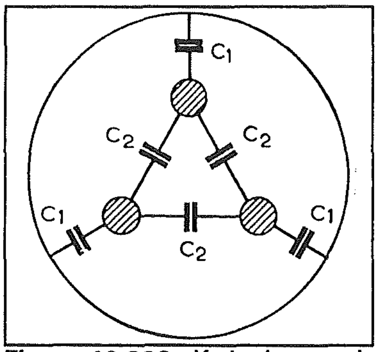


Figuur 10-395: K56FLEX-technologie.

gebruiker/ster is volledig digitaal. Het zal duidelijk zijn dat dit verkeer veel sneller gaat. Alleen de zeer korte verbinding tussen deze centrale en de eindgebruiker verloopt weer analoog.
De grote vraag is of deze nieuwe modem-technologie de toekomst heeft. Proeven wijzen uit dat de theoretische snelheid van 56 kbps voorlopig nog niet gehaald kan worden met deze modem's. Of de snelheid van 56 kbps écht wordt gehaald, is afhankelijk van diverse factoren, onder andere de kwaliteit van de telefoonlijn en het gebruikte modem. K56FLEX-technologie heeft één grote beperking. De snellere data-communicatie moet toch nog voor een deel door een stuk analoge telefoonlijn worden geperst, namelijk tussen de PTT-centrale en de eindgebruiker/ster. In het dicht bevolkte Nederland zal in praktisch alle gevallen deze koperen verbinding niet meer dan 10 km bedragen en dan werkt de technologie perfect. Anders wordt het als men op het platteland woont en met tientallen km koperen draad met een centrale verbonden is. De koperverliezen zijn dan zo groot dat een goede verbinding uitgesloten is. Een tweede beperking is dat het absoluut noodzakelijk is dat er tussen de PTT-centrale en de eindgebruiker/ster géén signaalversterkers staan. Dit heeft te maken met de manier waarop de K56FLEX-technologie de digitale gegevens weer omzet in een analoog signaal. Om de snellere data-communicatie mogelijk te maken worden de analoge signalen niet op de bekende manier op een draaggolf gemoduleerd door middel van amplitude- en fase-modulatie. Er worden spanningswaarden verstuurd en die specifieke spanningswaarden moeten wél onvervormd bij de gebruiker/ster arriveren. Als er alleen maar koperen kabel tussen de centrale en de contactdoos van de PTT ligt, is dit geen probleem. Zou de PTT echter in de lijn nog een signaalversterker hebben ingebouwd, dan gaat het mis. Een en ander heeft te maken met het feit dat de signaalversterkers in het analoge PTT-netwerk niet lineair werken, maar volgens een bepaalde logaritmische karakteristiek. Deze niet-lineaire karakteristiek is ideaal voor het versterken van spraak, maar fnuikend bij het versturen van de gedemoduleerde K56FLEX-signalen.

Kabel Een geïsoleerde draadvormige elektrische geleider, meestal gemaakt van koper en bedoeld voor het transport van elektrische energie of elektrische signalen. Kabels kunnen eenaderig zijn of samengesteld zijn uit meerdere aders. Kabels kunnen bovendien niet afgeschermd zijn of wél afgeschermd.

Kabelcapaciteit Kabels vormen steeds een capacitieve belasting voor het signaal dat vervoerd wordt. De parallel lopende aders hebben immers een capaciteit, die uitgedrukt kan worden in een aantal pF/km, zie figuur 10-396. Deze capaciteit vormt samen met de inwendige weerstand van de signaalbron een laagdoorlaat filter. Dit filter zal de bandbreedte van de kabel beperken, waardoor hoogfrequente signalen die door de kabel verstuurd worden meer verzwakt worden dan laagfrequente signalen. Bovendien zal de kabelcapaciteit opgeladen moeten worden als er opeens een signaal op de kabel wordt gezet. Deze oplading vraagt een stroom van de bron, zelfs als de kabel aan het andere uiteinde open is!



Figuur 10-396: Kabelcapaciteit.

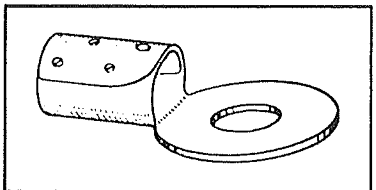
Kabeldemping Doordat een kabel een bepaalde impedantie heeft, zal het signaal dat aan de "zender"-zijde wordt ingevoerd langzaam maar zeker kleiner worden naarmate het de kabel doorloopt. De kabel heeft immers een bepaalde soortelijke weerstand, die in serie met het signaal staat en een kabelcapaciteit, die parallel aan het signaal staat. De capaciteit vergt een stroom, hierdoor ontstaat een spanningsval over de soortelijke weerstand van de kabel. De kabeldemping wordt uitgedrukt in een aantal dB/km.

Kabelparameters Noemt men de vier fundamentele eigenschappen van een kabel:
- R, de weerstand per lengte-eenheid, uitgedrukt in Ω/km;
- C, de capaciteit per lengte-eenheid, uitgedrukt in nF/km;
- L, de zelfinductie per lengte-eenheid, uitgedrukt in mH/km;
- G, de geleiding per lengte-eenheid, uitgedrukt in µS/km.

Deze parameters bepalen de demping en de fasedraaiing van een wisselspanningssig-

naal dat zich door de kabel voortplant.

Kabelschoen Een koperen of messing verbindingsstuk, zie figuur 10-397, tussen de ader van een kabel en de aansluitklem van een of andere elektrisch apparaat. De ader wordt meestal in de kabelschoen gesoldeerd, het oogje in de kabelschoen wordt met een boutje in de aansluitklem vastgeschroefd.



Figuur 10-397: Kabelschoen.

Kabeltelevisie Een systeem waarbij televisieprogramma's door middel van een kabel worden getransporteerd naar de TV-ontvangers van op het kabelnet geabonneerde kijkers. Naast eenvoudige nu reeds zeer verbreide systemen, waarmee alleen enkelrichtingsverkeer mogelijk is, worden nu een aantal experimenten opgezet met zogenoemde twee-weg systemen. De mogelijkheden van zo'n systeem zijn welhaast onbegrensd. De abonnee kan van de kabel gebruik maken voor uiteenlopende diensten als telebankieren, goederen via de televisie bestellen, het ontvangen van speciale educatieve of ontspanningsnetten waarbij de informatie gedecodeerd wordt uitgezonden en alleen te ontvangen door toestellen die zijn voorzien van een speciale decoder, etc. Daarnaast wordt nu door diverse kabelmaatschappijen geëxperimenteerd met Internet via de kabel.

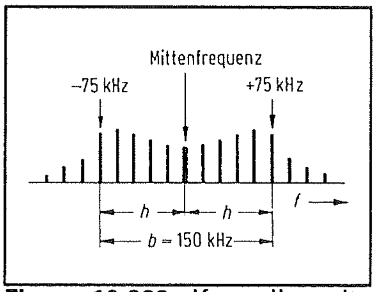
Kabeltypen bij SCART Bij SCART-kabels, waarmee video-apparatuur onderling wordt verbonden, worden vier kabeltypen gedefinieerd:

- Type A: transporteert alleen de audio-kanalen, wordt gekenmerkt door een gele codering;
- Type C: transporteert audio en composite-video, de RGB-pennen van de connectoren zijn niet verbonden, wordt gekenmerkt door een grijze codering;
- Type U: deze kabel verbindt alle pennen van de SCART-connectoren, wordt gekenmerkt door een zwarte codering.
- Type V: transporteert alleen alle video-signalen, de audiopennen van de connectoren worden niet doorverbonden, wordt gekenmerkt door een witte codering.

Kalibreren Het vergelijken van de door een meetinstrument aangeduide waarde met een standaard en indien noodzakelijk het afregelen van het instrument, zodat de aflezing binnen de door de fabrikant gegeven meetfout valt. Voor het kalibreren van instrumenten staat een aantal kalibratoren ter beschikking, dat zijn generatoren en spanningsbronnen die een zeer nauwkeurige uitgangsspanning of frequentie opwekken en onder voortdurende controle van de fabrikant staan, zodat men er steeds van verzekerd kan zijn dat de apparatuur voldoet aan de specificaties.

Kanaal (1) Benaming voor een internationaal of nationaal vastgelegde frequentieband voor draadloze communicatie. De diverse frequenties van de kanalen liggen een bepaalde afgesproken afstand uit elkaar, zodat men van kanaal naar kanaal kan omschakelen en niet alle tussenliggende frequenties moet doorlopen. Door middel van deze kanaalindeling kan men afstemmen door middel van een schakelaar, waarbij iedere stand overeen komt met één kanaal. Bovendien kan men automatische elektronische systemen ontwerpen, zogenoemde scanners, die alle kanalen achtereenvolgens doorlopen en stoppen als er een kanaal wordt gevonden waarop een uitzending plaats vindt.

Kanaal (2) In de communicatietechniek is een kanaal een route waarlangs informatie wordt verstuurd. Een kanaal wordt gedefinieerd door de bandbreedte, dat is het aantal digitale signaalovergangen dat per seconde verzonden kan worden. Die bandbreedte wordt dan uitgedrukt in BPS, afkorting van bit per seconde.

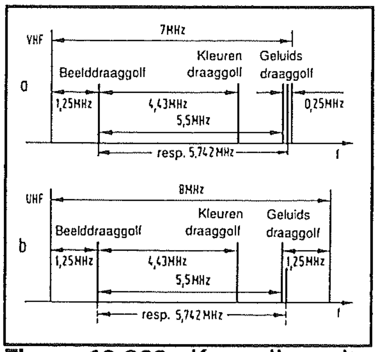


Figuur 10-398: Kanaalbreedte bij FM.

Kanaalbreedte bij FM De noodzakelijke frequentie bandbreedte om het stereogemoduleerde signaal van een FM-zender onvervormd te kunnen uitzenden en ontvangen. Zoals uit figuur 10-398 blijkt, bedraagt de kanaalbreedte bij FM 150 kHz, zodat in de toegewezen band van 87,5 MHz tot 104 MHz in totaal in principe 110 FM-zenders ondergebracht kunnen worden. Uit praktische overwegingen legt men de draaggolf-frequenties van de zenders verder uit el-

kaar, zodat er ongeveer 60 zenders in de band passen.

Kanaalbreedte bij TV De noodzakelijke frequentie bandbreedte om een VHF of UHF KTV-signaal onvervormd te kunnen uitzenden of ontvangen. Zoals uit figuur 10-399 blijkt, bedraagt de bandbreedte bij VHF-zenders 7 MHz en bij UHF-zenders 8 MHz.



Figuur 10-399: Kanaalbreedte bij TV.

Kanal	MHz	Kanal	MHz	Kanal	MHz
2	87,6	21	93,3	40	99,0
3	87,9	22	93,6	41	99,3
4	88,2	23	93,9	42	99,6
5	88,5	24	94,2	43	99,9
6	88,8	25	94,5	44	100,2
7	89,1	26	94,8	45	100,5
8	89,4	27	95,1	46	100,8
9	89,7	28	95,4	47	101,1
10	90,0	29	95,7	48	101,4
11	90,3	30	96,0	49	101,7
12	90,6	31	96,3	50	102,0
13	90,9	32	96,6	51	102,3
14	91,2	33	96,9	52	102,6
15	91,5	34	97,2	53	102,9
16	91,8	35	97,5	54	103,2
17	92,1	36	97,8	55	103,5
18	92,4	37	98,1	56	103,8
19	92,7	38	98,4		
20	93,0	39	98,7		

Figuur 10-400: Kanaalindeling bij FM.

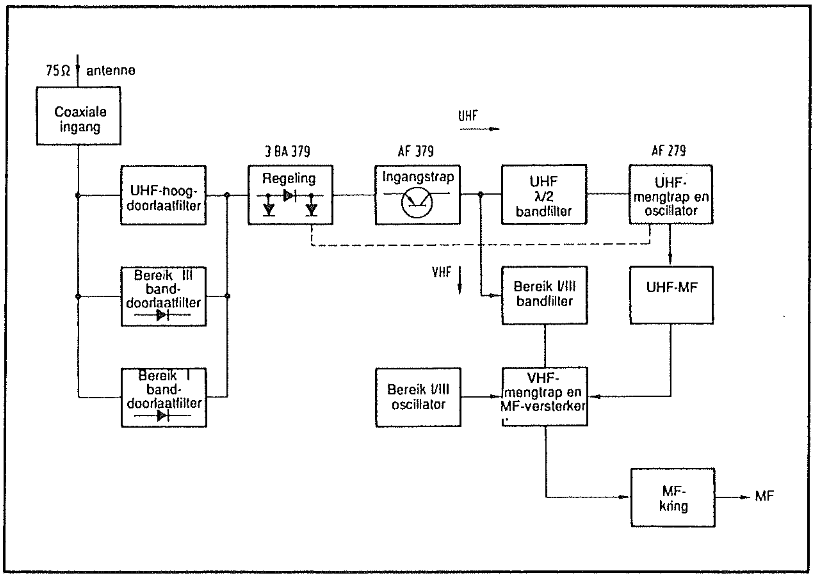
Kanaal-effect Het verschijnsel dat er een stroom vloeit tussen de emitter en de collector van een junctie-transistor, die echter niet vloeit door het basisgebied en veroorzaakt wordt door lekken lang het oppervlak van de halfgeleider.

Kanaalindeling bij FM Het koppelen van de draaggolf frequentie van een FM-zender aan een bepaald kanaalnummer. In de tabel van figuur 10-400 is deze internationaal gestandaardiseerde koppeling weergegeven.

	Bild MHz	Ton MHz		Bild MHz	Ton MHz
Band I			K 37	599,25	604,75
K 1	41,25	46,75	K 38	607,25	612,75
K 2	48,25	53,75	K 39	615,25	620,75
K 3	55,25	60,75	K 40	623,25	628,75
K 4	62,25	67,75	K 41	631,25	636,75
			K 42	639,25	644,75
Band III			K 43	647,25	652,75
K 5	175,25	180,75	K 44	655,25	660,75
K 6	182,25	187,75	K 45	663,25	668,75
K 7	189,25	194,75	K 46	671,25	676,75
K 8	196,25	201,75	K 47	679,25	684,75
K 9	203,25	208,75	K 48	687,25	692,75
K 10	210,25	215,75	K 49	695,25	700,75
K 11	217,25	222,75	K 50	703,25	708,75
K 12	224,25	229,75	K 51	711,25	716,75
			K 52	719,25	724,75
Band IV/V nach Norm H			K 53	727,25	732,75
K 21	471,25	476,75	K 54	735,25	740,75
K 22	479,25	484,75	K 55	743,25	748,75
K 23	487,25	492,75	K 56	751,25	756,75
K 24	495,25	500,75	K 57	759,25	764,75
K 25	503,25	508,75	K 58	767,25	772,75
K 26	511,25	516,75	K 59	775,25	780,75
K 27	519,25	524,75	K 60	783,25	788,75
K 28	527,25	532,75	K 61	791,25	796,75
K 29	535,25	540,75	K 62	799,25	804,75
K 30	543,25	548,75	K 63	807,25	812,75
K 31	551,25	556,75	K 64	815,25	820,75
K 32	559,25	564,75	K 65	823,25	828,75
K 33	567,25	572,75	K 66	831,25	836,75
K 34	575,25	580,75	K 67	839,25	844,75
K 35	583,25	588,75	K 68	847,25	852,75
K 36	591,25	596,75	K 69	855,25	860,75

Figuur 10-401: Kanaalindeling bij TV.

Kanaalindeling bij TV Het koppelen van de draaggolf frequenties voor beeld en geluid van een TV-zender aan een bepaald kanaalnummer. In de tabel van figuur 10-401 is deze internationaal door de CCIR gestandaardiseerde koppeling weergegeven.

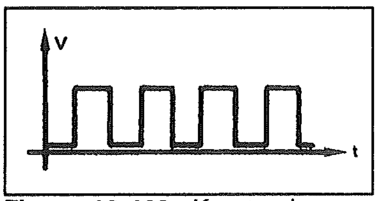


Figuur 10-402: Kanalenkiezer.

Kanalenkiezer Een zogenoemd "front-end" bij een TV-apparaat, waarmee men kan afstemmen op een TV-zender. Omdat bij TV een breed frequentiespectrum moet worden ontvangen (van lage VHF op 41 MHz tot hoge UHF op 855 MHz) is een kanalenkiezer steeds dubbel uitgevoerd. Een deel is verantwoordelijk voor het afstemmen op VHF-kanalen, een tweede deel verzorgt de ontvangst van de UHF-kanalen. Het blokschema van een dergelijke "combi"-kiezer is weergegeven in figuur 10-402.

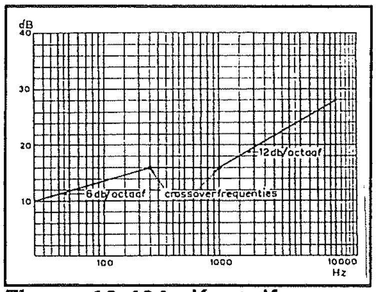
Kansas City Standard Een verouderde standaard voor het op een analoge cassette opnemen van digitale gegevens. De standaard gebruikte frequentiemodulatie, waarbij zowel de digitale "L" als de digitale "H" werden voorgesteld door een welbepaalde frequentie.

Kanteelspanning Is een oude benaming voor vierkantsgolf. Is een spanning die gekenmerkt wordt door slechts twee spanningswaarden. De spanning springt periodiek heen en weer tussen beide spanningsniveau's. De in figuur 10-403 getekende kanteelspanning heeft als onderste niveau de massa en als bovenste de voedingsspanning van de schakeling, waardoor ze wordt opgewekt.



Figuur 10-403: Kanteelspanning.

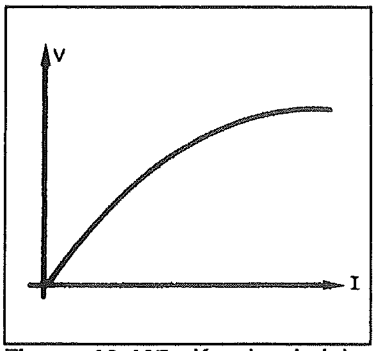
Kantelfrequentie Ander woord voor "cross-over frequentie". Een frequentie waarbij een frequentie/amplitude-karakteristiek, die eenvoudigheidshalve uit rechte stukken wordt voorgesteld, van richting verandert. In figuur 10-404 wordt een dergelijke karakteristiek voorgesteld, met twee kantelfrequenties.



Figuur 10-404: Kantelfrequentie.

Karakter Een symbool uit de beschikbare symbolenset van een computer. De symbolenset van een computer is opgebouwd uit alle letters, cijfers, leestekens en enige specifieke grafische tekens, zoals cirkeltjes, blokjes, etc.

Karakteristiek De grafische weergave van het waardeverloop van één parameter (grootheid) als functie van een andere, bijvoorbeeld stroom tegen spanning, amplitude tegen frequentie, lekstroom tegen temperatuur, etc. Deze voorstelling wordt gebruikt indien tussen deze grootheden geen eenvoudig wiskundig verband bestaat. De tekening van figuur 10-405 geeft bijvoorbeeld de karakteristiek van de spanning over en de stroom door een niet-lineaire weerstand. Als de stroom over deze weerstand stijgt, dan zal de spanning niet evenredig toenemen. Karakteristieken zijn zeer handige hulpmiddelen om in één oogopslag het verband tussen twee grootheden te kunnen begrijpen, wat met ingewikkelde formules voor de niet-wiskundig geschoolde nauwelijks mogelijk is.



Figuur 10-405: Karakteristiek.

Karakteristieke impedantie van een kabel Een fundamentele grootheid van een kabel, die volledig bepaalt hoe wisselspanningssignalen zich door de kabel zullen voortplanten. De karakteristieke impedantie is afhankelijk van de vier kabelparameters (zie aldaar) en wel volgens de formule die gegeven is in figuur 10-406.

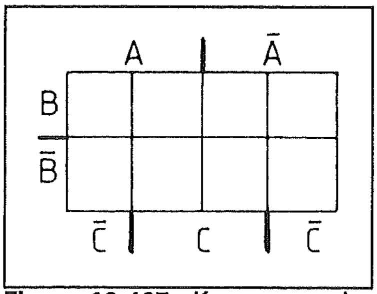
$$Z = \sqrt{\frac{R + j\omega L}{G + j\omega C}}$$

Figuur 10-406: Karakteristieke impedantie van een kabel.

Karakterset Het geheel van symbolen (letters, cijfers, leestekens, etc.) die een computer op het beeldscherm kan zetten. De oudste karakterset is de *ASCII-code*, die uit zeven bit bestaat en dus in totaal 128 karakters kan definiëren. Er worden echter 33 codes gebruikt voor het definiëren van besturingscodes, zoals BS: back space, DEL: delete of LF: line feed. Er is dus alleen ruimte voor de 26 kleine en grote letters van het alfabet, de cijfers en enige leestekens.

Een beter bruikbare gestandaardiseerde codetabel heet officieel *ISO 8859-1*, maar gaat door het leven onder de populaire benaming *Latin-1*. Deze tabel gaat uit van 8 bit brede codes, zodat in totaal 256 verschillende karakters kunnen worden gedefinieerd. Als men er de noodzakelijke besturingstekens aftrekt, blijven er ongeveer 220 codes over. Dit geeft de mogelijkheid de voornaamste accent-letters door een eigen code voor te stellen. De ISO 8859-1 karakterset is ook van belang voor het Internet. De HTML-specificaties gaan uit van deze karakterset, alle WWW-browsers zijn dan ook in staat alle karakters van deze set uit te lezen en op het beeldscherm te zetten. Ook de ISO 8859-1 set heeft echter zware beperkingen. Zo stelt men vast dat er slechts weinig Griekse letters aanwezig zijn. Toch zijn deze letters zeer belangrijk voor wetenschappelijke verhalen, omdat een heleboel natuurkundige grootheden worden voorgesteld door Griekse letters. Verder zijn geen Cyrillische karakters gedefinieerd, terwijl er toch een aantal Europese talen zijn die van deze karakters gebruik maken. Japanse, Chinese en Koreaanse zal men natuurlijk ook tevergeefs zoeken, terwijl dit toch drie talen zijn die in technisch opzicht op dit moment niet onbelangrijk zijn. Voor het ondersteunen van dergelijke talen werden verschillende systemen ontwikkeld, die gebruik maken van dubbel-byte codering. Om compatibel te zijn met de "Europese" karaktercoderingen, worden sommige karakters voorgesteld door één byte en anderen door twee bytes. Het zal duidelijk zijn dat hierdoor de problemen die komen kijken bij het inlezen van deze tekenset's in programma's alleen maar toenemen.
In 1988 werd, op initiatief van Apple en Xerox, een werkgroep in het leven geroepen die tot taak had een nieuwe standaard voor karakteridentificatie te ontwikkelen, die universeel bruikbaar moest zijn. In 1991 sloten alle bekende hard- en software-producenten zich hierbij aan en werd de werkgroep officieel het "Unicode-consortium" gedoopt. Dit consortium werkte nauw samen met de ISO, de "International Organisation for Standardisation". Het gevolg was dat er een ISI-gecertificeerde norm tot stand kwam, die *ISO 10646* werd genoemd. In het spraakgebruik gaat deze norm door het leven als *Unicode*. In de loop der jaren zij diverse versies ontwikkeld, zodat op dit moment in de praktijk sprake in van Unicode 2.0. Deze norm kan in totaal niet minder dan 65.536 karakters definiëren en ondersteunt in de praktijk ongeveer 40.000 karakters van alle bekende en minder bekende Aardse talen. Maar omdat deze 40.000 karakters blijkbaar toch nog niet alle talen afdekken, wordt op dit moment gewerkt aan versie 3.0. Deze zal nog een paar duizend extra karakters ondersteunen van minder bekende talen zoals Ethiopisch of Khmer. Unicode 3.0 zal ook het nieuwe symbool van de Europese munt gaan ondersteunen.

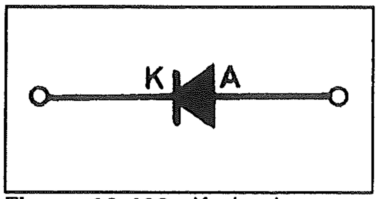
Karnaugh-map Ook KV-diagram genoemd. Een tabel, waarin het verband wordt gegeven tussen een aantal logische ingangsvariabelen en één logische uitgangsvariabele. De rijen en de kolommen van de map staan, zie figuur 10-407, voor alle mogelijke logische waarden van de ingangsgrootheden, dus A, $\bar{A}$, B, $\bar{B}$, C, $\bar{C}$, etc. In de hokjes van de map worden de uitgangstoestanden ingevuld, die horen bij de ingangstoestanden. In de rechter bovenhoek komt dus de uitgangstoestand die hoort bij de ingangstoestand A = "H", B = "H" en C = "L". Nadat men alle hokjes heeft ingevuld, kan men de map gaan vereenvoudigen. Twee of meer horizontaal of vertikaal naast elkaar liggende blokjes met dezelfde logische waarde kunnen worden samengevoegd tot een blok. In zo'n blok zal de waarde van minstens één ingangsvariabele er niet toe doen. Of B = "L" of B = "H" zal geen enkele invloed hebben op de logische waarde van de uitgangsvariabele. Nadat alle blokken zijn gedefinieerd, kan men de Boolse vergelijking, die het verband tussen de in- en uitgangsgrootheden beschrijft, gemakkelijk opstellen. Ieder blok van "L"-en of "H"-en komt dan immers overeen met een "EN"- of "OF"-term in de vergelijking.



Figuur 10-407: Karnaugh-map.

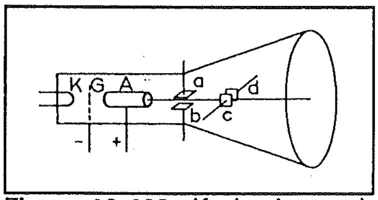
Kathode Is de aanduiding voor een negatieve elektrode of een elektrode die elektronen uitzendt. Dat in tegenstelling tot de anode, ofwel positieve elektrode, die elektronen ontvangt. Bij het symbool voor de halfgeleiderdiode wordt de kathode

voorgesteld door het streepje, de anode door een pijltje dat naar het streepje toewijst, zie figuur 10-408.



Figuur 10-408: Kathode.

Kathodestraal Is een stroom van elektronen, uitgezonden door een negatieve elektrode (kathode) en versneld door een elektrostatisch of magnetisch veld. De kathodestraal kan ontstaan door:
- thermische emissie: het metaal van de kathode wordt verwarmd;
- secundaire emissie: de kathode wordt bestraald met snelle elektronen;
- koude emissie: de kathode wordt blootgesteld aan een sterk elektrisch veld.



Figuur 10-409: Kathodestraalbuis.

Kathodestraalbuis Een luchtledig gepompte glazen buis, waarin een kathodestraal wordt opgewekt. Zoals uit figuur 10-409 blijkt, bestaat een kathodestraalbuis uit een kathode K, die de elektronenstraal genereert; een rooster G, waarmee men de intensiteit van de straal kan regelen; een anode A, waarmee men de straal kan versnellen en een aantal afbuigplaten a en b, waarmee men de straal kan besturen.

De beeldbuis van een TV of monitor is een kathodestraalbuis, waarbij de gebundelde en gerichte elektronenstraal op een glazen plaat valt, met als doel het vormen van een beeld. Er bestaan echter ook kathodestraalbuizen die worden gebruikt voor het bestralen van voorwerpen met een intense elektronenstraal, zoals in een elektronenmicroscoop of voor wetenschappelijk onderzoek.

Kathodestroom De stroom die door de kathode van een diode vloeit.

kb Zie kbit.

kB Zie kbyte.

K-band De frequentieband tussen 11 GHz en 36 GHz.

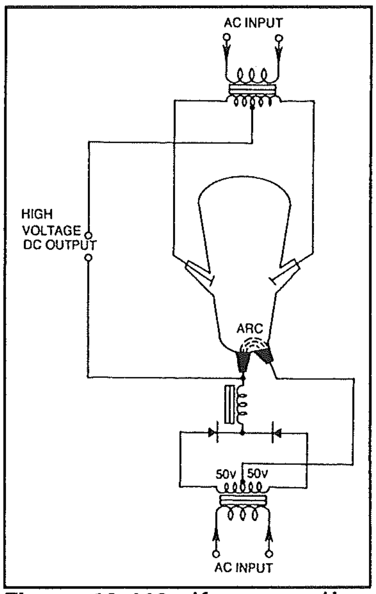
kbit 2^{10} bit, oftewel 1.024 bit, afgekort tot kb. Let op! 1 **kb** is iets heel anders dan 1 **kB**, zie bij kbyte.

kbps Afkorting van "kilobit per seconde", de eenheid waarmee men de snelheid van een telecommunicatieverbinding definieert. Geeft het aantal bit dat per seconde door de verbinding getransporteerd kan worden. Wordt ook voorgesteld door KBPS of kb/s.

kbyte 2^{10} byte, oftewel 1.024 byte, afgekort tot kB. 1 kB is gelijk aan 8 kb, oftewel 8.192 bit.

Keep alive elektrode Een hulpelektrode, aanwezig om een bepaald proces in stand te houden. In figuur 10-410 is als voorbeeld een kwikdampgelijkrichter getekend, waar naast de kathode een keep alive elektrode is getekend, die een gasontlading "ARC" in stand houdt en daarmee de gasdruk van de kwikdamp in de buis op peil houdt.

Keeper Een ijzeren staaf die tussen de polen van een permanente magneet wordt geplaatst en die er voor zorgt dat het magnetisch veld, dat zich anders door de lucht zou verspreiden, nu heel gericht van de ene naar de andere pool kan gaan.

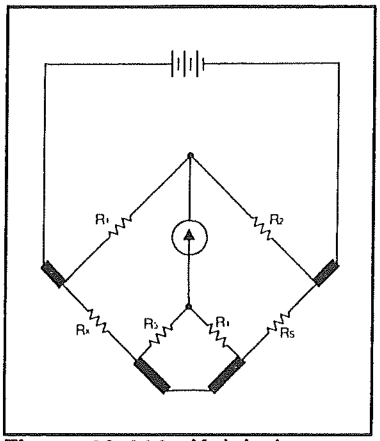


Figuur 10-410: Keep alive elektrode.

Kell-factor Is de factor die het verband geeft tussen het aantal lijnen van een TV-beeld en de video-bandbreedte.

Kellie-binding De verbinding tussen twee geleidende materialen door middel van een elektrisch geleidende lijm.

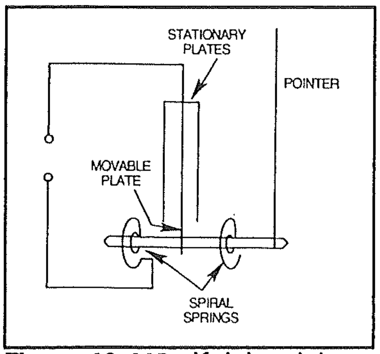
Kelvin De gestandaardiseerde grootheid voor het meten van de thermodynamische temperatuur, eenheid °K. Het nulpunt van de Kelvin-schaal ligt bij -237,16 °C, het natuurkundige absolute nulpunt. Bij deze temperatuur is alle materie bevroren en is geen beweging meer mogelijk. Omdat tijd niets anders is dan de overgang van de ene naar de andere bewegingstoestand zal dan ook de tijd stil staan. De Kelvin-schaal is ook in de elektronica belangrijk, omdat deze grootheid in een heleboel formules voorkomt.



Figuur 10-411: Kelvin-brug.

Kelvin-brug Een brugschakeling voor het nauwkeurig meten van zeer kleine weerstanden (0,1 Ω en kleiner). De brug is zo opgezet, zie figuur 10-411, dat contactweerstanden geen rol spelen, omdat zij automatisch gecompenseerd worden.

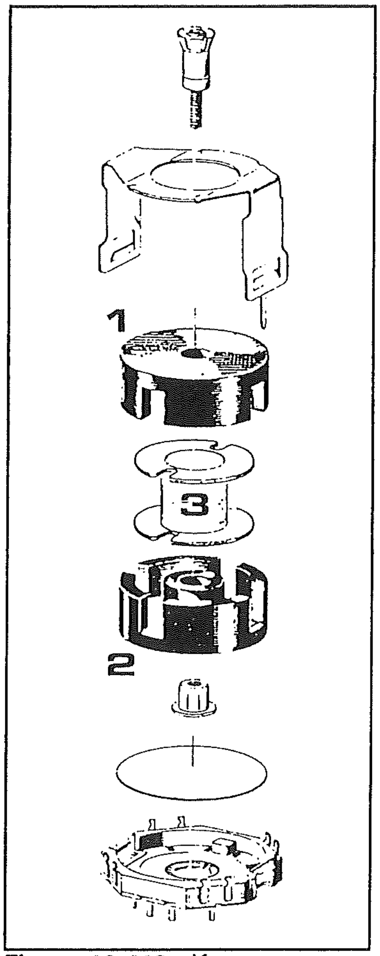
Kelvin elektrometer Een meter voor het meten van elektrostatische spanningen, samengesteld uit een beweegbare metalen plaat, die tussen twee vast opgestelde metalen platen kan bewegen, zie figuur 10-412. De vaste platen worden verbonden met de ene pool van de spanning, de beweegbare plaat met de andere pool. Door het elektrisch veld tussen de platen wordt een kracht uitgeoefend, waardoor de beweegbare plaat gaat draaien en een naald aandrijft.



Figuur 10-412: Kelvin elektrometer.

Kennelly-Heaviside laag Een zeer hoge laag in de ionosfeer, bestaande uit geïoniseerde gasmoleculen, verantwoordelijk voor de reflectie van elektromagnetische golven die door antennes worden uitgestraald. Op deze manier is het mogelijk dat men toch zenders kan ontvangen, die "achter de horizon" verborgen liggen.

Kermit Een verouderd protocol voor gegevensoverdracht via modem's.

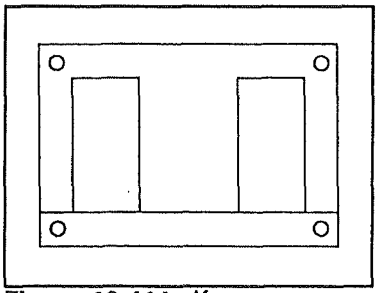


Figuur 10-413: Kern van een spoel.

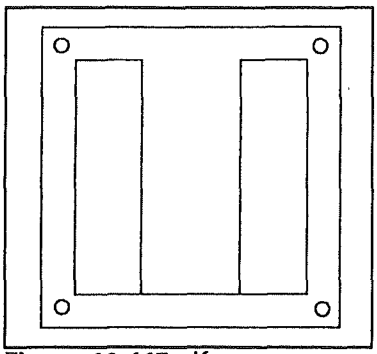
Kern van een spoel De kern van een spoel bestaat in de meeste gevallen uit twee halve kerndelen (1 en 2 in figuur 10-413) van een feroxcube-materiaal. Tussen deze twee delen wordt de spoelkoker 3 geklemd. Op deze koker worden de wikkelingen gewikkeld. Het materiaal waaruit de kern bestaat is onder andere afhankelijk van het frequentiegebied waarvoor de spoel bedoeld is.

Kern van een trafo De kern van een voedingstrafo wordt samengesteld door een groot aantal dunne blikken plaatjes op elkaar te stapelen tot een blikpakket. Omdat het noodzakelijk is dat men de primaire en secundaire wikkelingen rond de poten van het blikpakket kan bevestigen, kan het kernblik niet uit één stuk bestaan. Er moet ergens een opening in de vorm zijn, zodat men door het verbuigen van het blik de blikplaatjes in de spoelvormen van de primaire en secundaire wikkelingen kan aanbrengen. Er zijn verschillende vormen van blik ontwikkeld, ieder met hun specifieke voor- en nadelen. Het *EI-blik* is het meest praktische vorm van kernblik. Eén blikplaatje bestaat in feite uit twee plaatjes met E- en I-vormen, zie figuur 10-414. Het nadeel van het EI-blik is dat er op drie plaatsen een onderbreking ontstaat in de magnetische flux. Deze drie luchtspleten veroorzaken plaatselijk strooivelden in de omgeving, hetgeen uiteraard weer verliezen tot gevolg heeft. Om deze verliezen zo klein mogelijk te maken worden de EI-blikken om en om in de spoelvormen gestapeld. Het EI-blik is rechthoekvormig en de gestandaardiseerde coderingen vermelden steeds de lengte van het I-blik. Het blik EI-96 heeft dus een I-blik met een lengte van 96 mm. Het *M-blik*, waarvan de typische vorm getekend is in figuur 10-415, wordt het vaakst toegepast bij voedings-

transformatoren. Het M-blik heeft als voordeel dat het uit één stuk gemaakt is en slechts op één plaats opengesneden is. Er ontstaat dus ook maar één luchtspleet, met als gevolg dat transformatoren die gewikkeld zijn op een kern van M-blik minder strooiïngsverliezen hebben dan soortgenoten gewikkeld op een kern van El-blik. Het M-blik is steeds vierkant van vorm en de lengte is dus gelijk aan de breedte. Bij de codering kan er nooit misverstand ontstaan over welke afmeting eigenlijk wordt bedoeld. Het M-45 blik is vierkantvormig en heeft zijden van 4,5 cm. Het nadeel van het M-blik is dat de blikken vrij moeilijk aan te brengen zijn in de spoelvormen. Men moet immers steeds het middelste been van het blik open buigen, dit been door de spoelvorm steken en dan nadien het been weer terug buigen.



Figuur 10-414: Kern van een trafo (1).



Figuur 10-415: Kern van een trafo (2).

Kerning Een begrip uit de elektronische verwerking van tekst. Met kerning kan men de spatiëring tussen de letters van een woord aanpassen aan de lettercombinatie. In figuur 10-416 is het woord "VATEN" geschreven zonder kerning (boven) en met kerning (onder). Het kerning-mechanisme houdt er rekening mee dat de vormen van de "V" en de "A" en van de "A" en de "T" in elkaar passen en dat er dus minder spatiëring moet toegepast worden als deze letters achter elkaar in een woord voorkomen. Het kerning-mechanisme werkt dankzij een tabel, die bij ieder lettertype geleverd wordt en die de spatiëring definieert voor iedere lettercombinatie. De zorgvuldigheid waarmee de ontwerpers deze tabel hebben samengesteld bepaalt in hoge mate de grafische kwaliteit van een lettertype. Vooral de overal verkrijgbare gratis "TrueType"-fonts voor Windows zijn berucht vanwege ontbrekende of zeer slechte kerning!

VATEN
VATEN

Figuur 10-416: Kerning.

Kerr-effect Het effect dat de polarisatie-hoek van licht beïnvloed kan worden door de lichtstraal door een diëlektricum te sturen dat onderworpen is aan een elektrisch of magnetisch veld. Het Kerr-effect wordt bijvoorbeeld toegepast bij het beschrijven en lezen van wisbare optische datadragers.

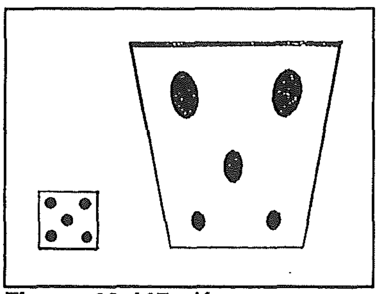
keV Afkorting van "kilo-elektron-Volt", een eenheid van energie. De eV is de energie die een elektron verwerft als het door een spanningsverschil van 1 V wordt versneld.

Key Engels voor sleutel, een begrip dat in de automatisering wordt gebruikt voor verschillende begrippen. Een key kan bijvoorbeeld een combinatie van bytes zijn, waarmee een bepaald bestand wordt geïdentificeerd. Een key kan bovendien een code zijn, waarmee bestanden, systemen of volledige netwerken worden beveiligd tegen ongewenste toegang.

Keyboard Toetsenbord, klavier. Bij computers wordt in het Nederlands meer "keyboard" gebezigd dan toetsenbord.

Keyed AGC Een systeem waarmee de automatische versterkings controle (AGC) van een versterkertrap wordt gestuurd door middel van een "sleutel". In TV-ontvangers wordt dit principe bijvoorbeeld toegepast om de versterking van een videoversterker alleen te regelen op het moment dat de horizontale sync-puls verschijnt. Op deze manier wordt de effectieve versterking van de trap onafhankelijk van de beeldinhoud van een lijn.

Keystone-vervorming Een beeldvervorming, die zich uit in een trapeze-vormig beeld, zie figuur 10-417.



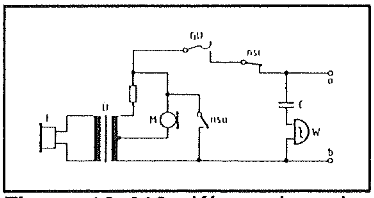
Figuur 10-417: Keystone-vervorming.

Keyword Een woord in de titel van een WWW-document, dat de inhoud van het document beschrijft. Aan de hand van dergelijke keywords zijn zoekmachines in staat een database aan te leggen van alle WWW-documenten die op het Internet beschikbaar zijn.

KHD Afkorting van "Kleuren Hulp Draaggolf". Een in een KTV-ontvanger opgewekte sinusgolf met een frequentie van 4,433.618.75 MHz, die wordt gebruikt om de bij het uitzenden onderdrukte kleurendraaggolf te herwinnen.

kHz Afkorting van "kilo-Hertz", 1.000 Hz.

Kiespuls telefoon Een telefoon, waarbij de nummers naar de centrale worden doorgezonden door het uitzenden van een aantal pulsen. Het aantal pulsen is gelijk aan het cijfer dat gekozen wordt. Het vereenvoudigde blokschema van een klassieke kiespuls telefoon is getekend in figuur 10-418. De schakelaar GU is de hoornschakelaar. Deze is geopend zolang de hoorn op de haak ligt. In deze situatie is alleen de serieschakeling van de telefoonbel W en de condensator C op de aders a en b van de PTT-kabel aangesloten. De telefoon vormt de voor deze rustsituatie noodzakelijke capacitieve belasting. Neemt men de hoorn van de haak, dan sluit de schakelaar GU. Deze verbindt lijn a met het spreek/luistergedeelte dat links getekend is. De PTT-lijn wordt nu inductief belast door de trafo U. De gelijkstroomweerstand van deze spoel zorgt voor de noodzakelijke lijnstroom, zodat de centrale weet dat de hoorn van de haak is gehaald. Deze lijnstroom ligt tussen 17 en 60 mA, afhankelijk van het type telefoon toestel. De schakelaars NSA en NSI zijn verbonden met de kiesschijf. De schakelaar NSA is normaal geopend, de schakelaar NSI normaal gesloten. Als de schijf uit de ruststand wordt verdraaid sluit NSA. Deze schakelaar sluit dan het luister/spreekgedeelte kort, zodat de kiespulsen niet hoorbaar zijn in de hoorn. Bij het automatisch terug draaien van de schijf zal de schakelaar NSI een aantal keren kort openen. De lijnstroom wordt bij iedere opening onderbroken, zodat de kiespulsen op de lijn ontstaan. Het aantal openingen is gelijk aan het cijfer dat men heeft gedraaid. Bij cijfer 0 worden tien pulsjes op de lijn gezet. De frequentie van de pulsen is internationaal vast gelegd op 10 Hz met een tolerantie van +/-1 Hz. Het draaien van een 0 kost dus precies 1 s. De microfoon M is in het midden van de primaire wikkeling van de trafo aangesloten. Dit is zo gedaan om mogelijk rondzingen tussen de microfoon en de luidspreker F uit te sluiten. Bovendien zorgt deze schakeling ervoor dat men niet de eigen stem in de luidspreker hoort. De microfoon wekt twee stromen op, die in tegengestelde richting door de halve wikkelingen van de trafo vloeien. De twee magnetische velden die daarvan het gevolg zijn heffen elkaar dus op, zodat er secundair geen spanning wordt geïnduceerd.



Figuur 10-418: Kiespuls telefoon.

Kiestoon telefoon Een telefoon waarbij bij het kiezen van nummers audio-frequente toontjes op de PTT-lijn worden gezet. Deze kiestoontjes hebben voor iedere toets een welbepaalde gestandaardiseerde frequentie en kunnen in de centrale opgepikt worden om de juiste verbinding tot stand te brengen. In plaats van enkelvoudige toontjes die overeen komen met de cijfers worden toonparen gebruikt met dezelfde functie. Deze toonparen bestaan uit de som van twee verschillende frequenties. Van daar de naam "Dual Tone Multi Frequency" (DTMF). Deze toonparen worden aan de zendzijde (bijvoorbeeld in het telefoontoestel) opgewekt en aan de andere kant (meestal de centrale) gedetecteerd. Het kiessysteem met DTMF-signalen werd ontwikkeld door het Bell Laboratorium en in het midden van de jaren '60 in Amerika geïntroduceerd, waarna het als standaard werd aanbevolen door organisaties als:

- CCITT (International Telephone and Telegraph Consultative Committee);
- CEPT (Conference of European Postal Telecommunications Administrations);
- NTTPC (Nippon Telegraph and Telephone).

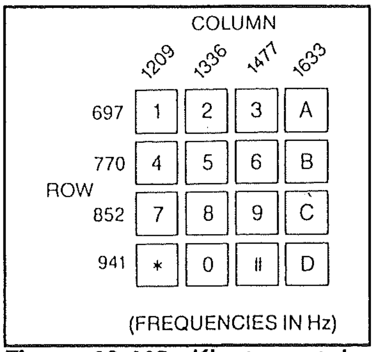
Het systeem werd dus wereldwijd geaccepteerd en is als dusdanig ook een wereldstandaard geworden. Het DTMF-signaal bestaat uit de optelling van twee signalen met frequenties in de spreekband. Eén van deze signalen wordt geselecteerd uit de "lage groep" en het andere uit de "hoge groep". De lage groep bestaat uit vier frequenties: 697, 770, 852 en 941 Hz. De hoge groep heeft ook vier frequenties, namelijk 1.209, 1.336, 1.477 en

1.633 Hz. In figuur 10-419 wordt de verdeling van deze frequenties over de toetsen getoond. In totaal heeft het systeem dus de mogelijkheid om zestien codes uit te zenden en weer te ontvangen. Daarvan worden er uiteraard tien in beslag genomen door de cijfers een tot en met nul en twee voor de op iedere telefoon aanwezige toetsen # en *. De vier overigen worden gecodeerd met de letters A, B, C en D en worden gebruikt voor besturingsdoeleinden. De meeste telefoons hebben slechts 12 toetsen en maken geen gebruik van deze allerhoogste frequentiegroep. Voor het genereren van de toonparen heeft men speciale IC's ontwikkeld die men DTMF-generatoren noemt. Deze IC's worden in de meeste gevallen bestuurd vanuit het toetsenbordje in de telefoon. Een typisch toetsenbordje is georganiseerd in een rijen kolomformaat (4 rijen bij 3 of 4 kolommen). Wordt een met een cijfer overeenkomende toets ingedrukt, dan wordt op het kruispunt één rij (R1 tot en met R4) en één kolom (C1 tot en met C4) geselecteerd (bijvoorbeeld R2 en C2 voor het cijfer 5). Het rijsignaal dat dan aktief is selecteert één van de frequenties uit de lage groep, terwijl het kolomsignaal één van de hoge frequenties kiest. Vergeleken met het kiespuls systeem heeft het kiestoon systeem een aantal grote voordelen. Het kiezen met een kiestoon telefoon gaat beduidend sneller dan met een kiespuls telefoon. De kiespulsen worden immers in een ritme van 1 per 100 ms uitgezonden. Het kiezen van een nul kost dus alleen al één seconde. Bij kiestoon telefonie neemt het kiezen van gelijk welk cijfer slechts 80 ms in beslag, namelijk 40 ms voor de puls en 40 ms voor de verplichte pause achter de puls. Er verschijnen steeds meer apparaten op de markt die in staat zijn automatisch telefoonnummers te kiezen (denk maar aan modems, alarmmelders, bejaardenbewakers). Voor de ontwerpers van dit soort apparatuur is de introductie van het DTMF-systeem een ware uitkomst! Het is namelijk veel eenvoudiger om elektronisch een aantal toontjes op de PTT-lijn te zetten dan schakelingen te verzinnen die de lijn kortsluiten. Het DTMF-systeem is veel geschikter voor het aansturen van elektronische centrales dan het puls-systeem. De toontjes kunnen met een heel eenvoudige schakeling gedetecteerd worden en omgezet in een binaire code. Deze binaire codes kunnen via een microprocessor razend snel elektronische schakelaars besturen, die de verbinding volledig elektronisch tot stand brengen. Ook als men in gesprek is kan men toonpulsjes op de PTT-lijn zetten door een van de toetsen van het toetsenbordje in te duwen. Op deze manier is het vrij gemakkelijk om via de telefoon apparatuur op afstand te bedienen.

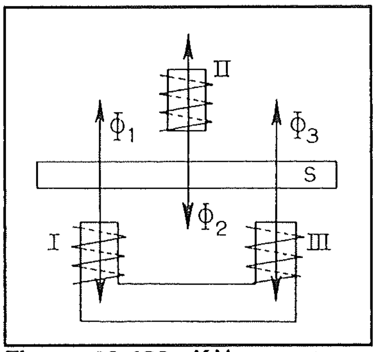
Kilo Een voorvoegsel waarmee een eenheid met 1.000 vermenigvuldigd wordt. 1 kΩ is gelijk aan 1.000 Ω.

Kilobyte Zie kbyte.

Kilowattuur meter Is een instrument voor het meten van de elektrische arbeid, die in een installatie wordt verbruikt. De meter bevat, zie figuur 10-420, een aluminium schijf S die op een as is gemonteerd en waaraan een mechanisch telwerk is gekoppeld. Aan weerszijden van de schijf zijn drie gelamelleerde kernen I, II en III gemonteerd. De kernen I en III dragen stroomspoelen, de kern II draagt een spanningsspoel.



Figuur 10-419: Kiestoon telefoon.

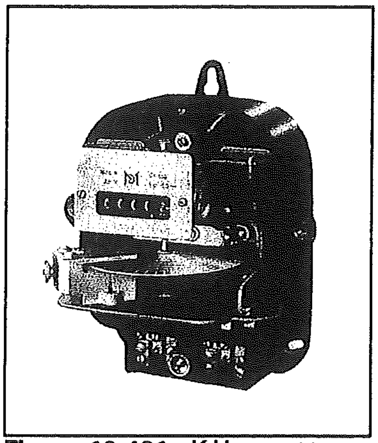


Figuur 10-420: Kilowattuur meter (1).

De wisselstromen in deze spoelen wekken magnetische velden op, die in de schijf wervelstromen doen ontstaan. De spoelen zijn zo geconstrueerd, dat er een faseverschil van 90 ° bestaat tussen de stromen die er doorheen vloeien. Het gevolg is dat ook de drie magnetische velden fasedraaiingen vertonen en de schijf wordt meegesleept in de richting van de faseverschuivingen. De schijf gaat dus draaien. De snelheid van de schijf is afhankelijk van de grootte van de magnetische velden en dus ook van de grootte van de stromen. De omwentelingssnelheid van de schijf is recht evenredig met het product

A B C D E F G H I J **K** L M N O P Q R S T U V W X Y Z

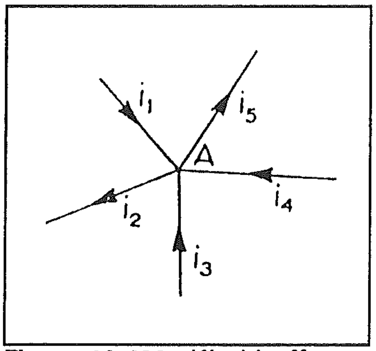
U_{net}*I_{net}*cosφ en dus recht evenredig met het opgenomen vermogen van de verbruikers, die op de kilowattuur meter zijn aangesloten. In figuur 10-421 is een praktische uitvoering van een dergelijke meter voorgesteld.



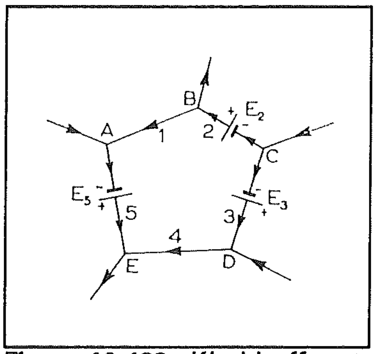
Figuur 10-421: Kilowattuur meter (2).

Kinescoop Een oude benaming voor de opnamebuis in een TV-camera.

Kirchhoff-wetten Twee in 1847 opgestelde wetten die het gedrag van elektrische netwerken beschrijven. De eerste wet van Kirchhoff stelt dat in een knooppunt van een elektrisch circuit de som van de stromen die naar het knooppunt toelopen altijd gelijk is aan de som van de stromen die uit het knooppunt weglopen. In figuur 10-422 kan men dus stellen dat:
$i_1 + i_3 + i_4 = i_2 + i_5$
De tweede wat van Kirchhoff stelt dat in een gesloten lus van een elektrisch circuit de algebraïsche som van de aanwezige elektromotorische krachten E gelijk aan de algebraïsche som van de stroomsterkten i x de weerstanden R van elk van de onderdelen van de lus. Dit wordt toegelicht aan de hand van figuur 10-423. Men doorloopt de gesloten lus in uurwijzerzin en maakt eerst de algebraïsche som van alle aanwezige elektromotorische krachten:
$-E_2 + E_3 - E_5$
Nadien doorloopt men de lus weer en maakt de algebraïsche som van alle (R*i)-termen:
$-i_1R_1 - i_2R_2 + i_3R_3 + i_4R_4 - i_5R_5$
Men kan nu beide sommen aan elkaar gelijk stellen:
$\sum E = \sum i * R$
Door het toepassen van de twee wetten van Kirchhoff kan men elektrische circuits aanmerkelijk vereenvoudigen en alle stromen die door het circuit vloeien berekenen. Kent men de stromen, dan kan men natuurlijk via de wet van Ohm ook de spanningen berekenen.



Figuur 10-422: Kirchhoff-wetten (1).



Figuur 10-423: Kirchhoff-wetten (2).

Kit Deze Engelse aanduiding slaat meestal op een bouwpakket, waarin alle noodzakelijke onderdelen om een kompleet apparaat te bouwen zijn opgenomen, dus ook bijvoorbeeld de behuizing.

Klankbord Is een plaat waarop een luidspreker wordt gemonteerd. Deze plaat voorkomt dat er een zogenoemde "acoustische kortsluiting" ontstaat tussen de geluidsgolven die aan de voorzijde en de geluidsgolven die aan de achterzijde van de conus worden uitgezonden.

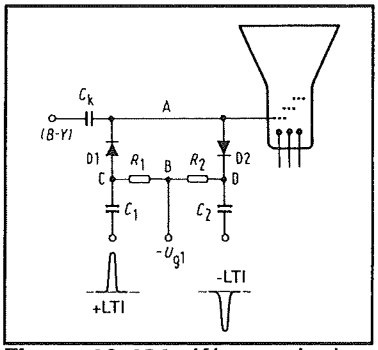
Klasse Een indeling van de manier waarop eindversterkers werken:
- klasse A: er vloeit gedurende de volledige periode van het ingangssignaal stroom door de beide eindtransistoren;
- klasse B: er vloeit gedurende de halve periode van het ingangssignaal stroom door een van de twee eindtransistoren;
- klasse C: er vloeit alleen gedurende de toppen van het ingangssignaal stroom door een van de twee eindtransistoren;
- klasse D: het analoge signaal wordt omgezet in een digitaal signaal, dit signaal stuurt de twee eindtransistoren afwisselend in sper en in verzadiging.

Zie ook bij A-, B-, C, en D-instelling.

Klasse Indeling van de nauwkeurigheid van meetinstrumenten. Het getal geeft de maximaal toegelaten fout in procenten van het maximale meetbereik. De klassen zijn: 0,1; 0,2; 0,5; 1,0; 1,5; 2,5 en 5,0. Een klasse-1,0 meter mag op een meetbereik van 100 V een maximale fout van +/-1 V hebben.

Klem In het algemeen de aanduiding van een contact van een schakeling, waarop iets extern wordt aangesloten. Zo kent men ingangsklemmen en uitgangsklemmen.

Klemspanning De uitgangsspanning van een generator of een spanningsbron, als deze schakeling wordt belast. De klemspanning is het verschil tussen de eigen spanning van de bron (bij spanningsbronnen EMK genoemd) en de spanningsval over de inwendige weerstand van de bron.

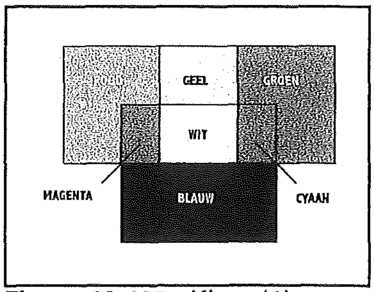


Figuur 10-424: Klemschakeling.

Klemschakeling Een schakeling die een signaal op een bepaalde drempelspanning vastklemt. In iedere TV-ontvanger zit een dergelijke schakeling, die er voor zorgt dat het videosignaal gedurende de lijn-sync wordt vastgeklemd op een vaste drempel. Zonder deze voorziening zou het gemiddelde niveau van het videosignaal afhankelijk worden van de beeldinhoud van de lijn, hetgeen vervormingen tot gevolg zou hebben. In figuur 10-424 is als voorbeeld een zogenoemde "gebalanceerde klemschakeling" getekend. Via de condensatoren C1 en C2 worden aan de dioden D1 en D2 in tegenfase en symmetrisch ten opzichte van de massa liggende pulsen toegevoerd, die synchroon verlopen met de horizontale sync-pulsen. Deze pulsen zorgen ervoor dat de twee dioden gaan geleiden. Het gevolg is dat punt A via de geleidende dioden wordt gedwongen het referentie-niveau van punt B over te nemen. Het beeldsignaal wordt via de koppelcondensator Ck aan de schakeling aangeboden. De condensator zou zonder klemschakeling een gemiddeld niveau instellen op punt A. Door de klemdioden wordt dit verschijnsel echter voorkomen.

Kleur In absolute duisternis ziet de mens niets en dus ook geen kleur. Kleuren zijn alleen waarneembaar als er licht is. De basis van het zien van kleuren is dus licht. Licht is energie, die zich uit onder de vorm van elektromagnetische straling. Volgens de klassieke mechanica plant die straling zich voort door de ruimte als een elektromagnetisch golfverschijnsel. Golven hebben bepaalde eigenschappen, waarvan de voornaamste de golflengte is. Het blijkt dat de golflengte rechtstreeks verband houdt met de kleur die onze ogen waarnemen! Elektromagnetische golven met een golflengte van 700 nm (afkorting van 700 nanometer, is gelijk aan 0,000.000.7 meter!) die in onze ogen binnen vallen, worden ervaren als rood gekleurd licht. Elektromagnetische golven met een golflengte van 360 nm worden door onze ogen ervaren als violet licht. Tussen die twee grenzen ligt het gehele spectrum van waarneembare kleuren, een spectrum dat maar al te goed bekend is van de regenboog. Hiermee is dus de vraag beantwoord wat kleur is. Kleur is niets meer of minder dan een menselijke interpretatie van de golflengte van elektromagnetische straling. Naast alle mogelijke kleuren neemt de mens ook wit licht waar. Wat is wit licht? Wit licht heeft geen specifieke golflengte, maar bestaat uit een menging van elektromagnetische golven met ieder hun eigen specifieke golflengte. Wit is dus een mengkleur, een eigenschap die eeuwen geleden door de Engelse natuurkundige Newton werd ontdekt. Newton stuurde het witte licht van de zon door een prisma, een driehoekvormig stuk glas. Glas heeft de eigenschap dat het elektromagnetische golven kan afbuigen, dus van richting kan laten veranderen. De mate van afbuiging is echter recht evenredig met de golflengte van de straling. Het gevolg van een en ander is dat alle golflengten, die in wit licht aanwezig zijn, onder een andere hoek worden afgebogen en dus aan de andere kant van het prisma gescheiden uittreden. Stuurt men wit licht door een prisma, dan ontstaat aan de andere kant van het prisma een soort regenboog, die alle waarneembare kleuren bevat van donker rood tot donker paars. Uit dit experiment blijkt een belangrijke eigenschap van het menselijk oog. Valt een elektromagnetische golf met een typische golflengte binnen in ons oog, dan interpreteren wij dat als een bepaalde kleur. Dezelfde kleurinterpretatie kan echter ook ontstaan als twee, drie, of meer golven binnen vallen met ieder een specifieke golflengte. In dit geval is er sprake van menging. Stel dat ons oog wordt getroffen door twee elektromagnetische golven, een "groene" en een "rode". De termen "groen" en "rood" hebben uiteraard betrekking op de golflengten van de straling. Gehoor gevend aan de universele wetten van de natuurkunde, ontstaat er een menggolf met specifieke eigenschappen, die door ons oog geïnterpreteerd worden

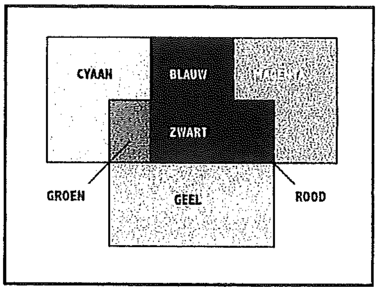
als zijnde een golf met een "gele" golflengte. Het feit dat het menselijk oog ook mengingen van verschillende golflengten waarneemt als kleur is een zeer belangrijk gegeven. Zowel bij het produceren van kleuren op een beeldscherm als op een kleurenprinter wordt namelijk dankbaar gebruik gemaakt van dit verschijnsel. Men heeft ontdekt dat er drie primaire kleuren bestaan, waaruit door menging alle waarneembare kleuren kunnen worden samengesteld. Die primaire kleuren zijn rood, groen en blauw. Uit elektromagnetische stralingen met deze drie basis golflengten kunnen miljoenen kleurschakeringen worden samengesteld. Het volstaat de sterkte of intensiteit van de drie primaire kleuren te variëren. Even sterke intensiteiten rood en blauw licht geven een mengkleur, die door ons ervaren wordt als magenta. Voert men de intensiteit van de blauwe straling iets op, dan zal het magenta een blauwachtige verkleuring ondergaan. Op dezelfde manier kan men wit licht maken, door een welbepaalde combinatie van rode, groene en blauwe straling te genereren, ieder met een specifieke intensiteit. Bij dit mengen van kleuren moet echter onderscheid worden gemaakt tussen "additieve" kleurwaarneming en "substractieve" kleurwaarneming. Een zeer belangrijk onderscheid, want een monitor werkt bijvoorbeeld additief, maar een kleurenprinter substractief. Als in de praktijk blijkt dat een geprint plaatje wat kleursamenstelling betreft absoluut niet lijkt op het mooi gekleurd plaatje van het beeldscherm, dan ontstaat dit probleem door het fundamentele verschil tussen additieve en substractieve kleurmenging! Kleuren, die worden uitgestraald door een lichtbron, zijn *additieve kleuren*. Die additieve kleuren kunnen rechtstreeks in ons oog binnenvallen en geven dan een bepaalde kleurindruk. Stel dat men op het podium van een theater staat en dat er drie spot's op het podium gericht worden, die ieder een van de primaire kleuren uitstralen. Hoe meer licht er door die spot's wordt uitgestraald, hoe lichter de totaalindruk zal worden. De lichttechnicus kan nu de intensiteit van de drie spot's zelfs zo instellen, dat de indruk van wit licht ontstaat. Additieve kleuren ontstaan door *lichtenergie op te wekken*. Beeldschermen werken dus additief, omdat zij licht uitzenden en gebruiken de drie primaire kleuren rood, groen en blauw, zie figuur 10-425. Vandaar dat men ook wel eens spreekt van een "RGB-monitor".



Figuur 10-425: Kleur (1).

Substractieve kleuren ontstaan door *lichtenergie te onttrekken*. Dit is een natuurkundig verschijnsel dat enige toelichting behoeft. Een citroen zal altijd als geel worden ervaren, ondanks het feit dat deze vrucht absoluut geen lichtbron is. Hoe ontstaat dan deze gele kleur? Simpelweg, door reflectie. De citroen wordt door een lichtbron, bijvoorbeeld de zon, beschenen. De moleculen waaruit de schil van de citroen bestaat, hebben als eigenschap dat zij bepaalde golflengten kunnen absorberen en andere reflecteren. Bij een citroen is het nu toevallig zo geregeld dat alleen licht dat een "gele" golflengte heeft wordt gereflecteerd en alle andere golflengten worden geabsorbeerd. Alleen het gele licht bereikt dus via reflectie ons oog, met als logisch gevolg dat het lijkt alsof deze citroen geel is. Gekleurde vellen papier, zoals zij door een kleurenprinter worden geproduceerd, werken dus substractief. Zie zenden immers geen licht uit, maar reflecteren alleen bepaalde golflengten van het licht dat er op invalt. Hoe meer gekleurde inkt er op het papier aanwezig is, hoe meer invallend licht er wordt geabsorbeerd en hoe minder er wordt gereflecteerd. Hoe meer inkt, hoe donkerder het beeld wordt! Als gevolg van het fundamentele verschil tussen de productie van kleuren bij een additief en bij een substractief systeem, werken substractieve systemen nooit ofte nimmer met de drie basiskleuren rood, groen en blauw. Het grote verschil is immers dat een monitorscherm zwart is en een vel papier wit! Zou men op een wit vel papier even veel van de drie primaire kleuren drukken, dan zou het resultaat nog steeds wit zijn! Vandaar dat druksystemen, of die nu met drukinkten, toners, pigmenten of verven werken, allemaal zonder uitzondering gebruik maken van de zogenoemde "secundaire" kleuren. Dat zijn er ook drie, te weten: cyaan, magenta en geel, zie figuur 10-426. Cyaan is licht blauw en wordt samengesteld uit de primaire kleuren blauw

en groen. Cyaan absorbeert rood licht. Magenta is vaal rood, wordt samengesteld uit de primaire kleuren rood en blauw en absorbeert alles dat groen is. Geel is gewoon geel, wordt samengesteld uit de primaire kleuren rood en groen en absorbeert blauw.



Figuur 10-426: Kleur (2).

Kleuren worden gedefinieerd door drie eigenschappen:
- de tint (hue);
- de helderheid (brightness);
- de verzadiging (saturation).

Omdat in de meeste grafische programma's deze drie begrippen worden gebruikt voor het samenstellen van kleuren, is het belangrijk hier even bij stil te staan. De tint kan het best beschreven worden als de voornaamste primaire kleur die in een mengkleur aanwezig is. De tint van vleeskleur is bijvoorbeeld rood, de tint van de lucht is blauw. Maar de tint van roze, paars of bruin is ook rood. Natuurkundig uitgedrukt is de tint de overheersende golflengte van een van de drie primaire kleuren die in de mengkleur aanwezig is. In het Engels wordt de tint aangegeven door het begrip "Hue". De helderheid kan het best omschreven worden als de donkerte van een bepaalde kleur. Licht groen heeft een grotere helderheid dan donker groen, hoewel in beide gevallen de primaire kleur groen overheersend is. Natuurkundig bekeken kan helderheid worden uitgedrukt als de intensiteit van de overheersende golflengte in de mengkleur. In het Engels wordt de helderheid van een kleur "Brightness" genoemd. De kleurverzadiging is een begrip dat heel goed is waar te nemen, maar heel moeilijk te omschrijven is. Een bepaalde kleurtint kan sprankelend en levendig zijn, maar ook onopvallend grijzig. Het zal duidelijk zijn dat de verzadiging heel veel met de helderheid te maken heeft. Natuurkundig gesproken bevat een verzadigde kleur heel veel straling van een van de drie primaire kleuren en heel weinig straling van de twee overige primaire kleuren.

Kleurbalans Is de instelling van de verhouding van de drie primaire kleuren rood, groen en blauw bij de productie van een beeld op een TV-scherm of monitor. Bij een goede kleurbalans worden ook wit, zwart en grijstinten goed weergegeven, zonder kleurzweem.

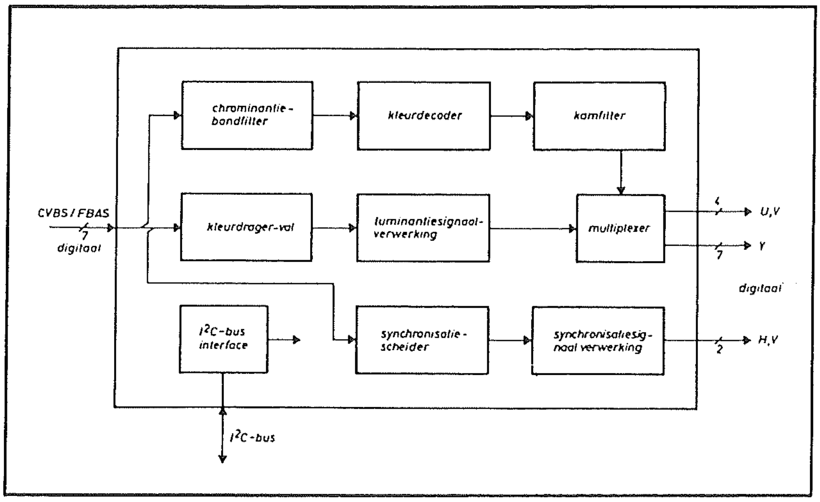
Kleurcodering Een door de IEC internationaal gestandaardiseerde methode om de waarde, tolerantie en andere specifieke eigenschappen van passieve onderdelen door middel van kleurenringen of stippen weer te geven. Voor weerstanden van de E-12 reeks wordt de waarde weergegeven door drie kleurbanden, waarvan de twee eerste de numerieke waarde gegeven en de derde een vermenigvuldigingsfactor:
- zilver: x0,01;
- goud: x0,1;
- zwart: 0 of x1;
- bruin: 1 of x10;
- rood: 2 of x100;
- oranje: 3 of x1.000;
- geel: 4 of x10.000;
- groen: 5 of x100.000;
- blauw: 6 of x1.000.000;
- paars: 7 of x10.000.000;
- grijs: 8 of x 100.000.000;
- wit: 9.

Voor de tolerantie geldt:
- zilver: +/-10 %;
- goud: +/-5 %;
- rood: +/-2 %;
- bruin: +/-1 %;
- groen: +/-0,5 %;
- blauw: +/-0,25 %;
- paars: +/-0,1 %.

Voor de temperatuurscoëfficiënt geldt:
- zwart: $+/-250*10^{-6}/°K$;
- bruin: $+/-100*10^{-6}/°K$;
- rood: $+/-50*10^{-6}/°K$;
- oranje: $+/-15*10^{-6}/°K$;
- geel: $+/-25*10^{-6}/°K$;
- groen: $+/-20*10^{-6}/°K$;
- blauw: $+/-10*10^{-6}/°K$;
- paars: $+/-5*10^{-6}/°K$;
- grijs: $+/-1*10^{-6}/°K$.

Ook condensatoren en zelfinducties worden vaak met kleuren gecodeerd, maar daarover zijn de afspraken niet zo eenduidig.

Kleurdecoder Een schakeling in een digitale TV-ontvanger die uit het digitale FBAS-signaal de U-, V- en Y-componenten afleidt en de twee synchronisatie-impulsen levert. In figuur 10-427 is het blokschema van een dergelijke schakeling getekend. De kleurinformatie wordt via een banddoorlaat filter in de buurt van de kleurdraaggolf gescheiden en nadien gedemoduleerd. Aansluitend worden in een digitaal kamfilter de fasefouten bij PAL tussen de naburige lijnen door het middelen van de signalen verwijderd. In de lichtdichtheidssignaalweg wordt eerst de kleurdraaggolf met behulp van een sperfilter onderdrukt en nadien worden de randscherpte en het oplossend vermogen verbeterd. Meestal wordt een multiplexer aan de uitgang toegepast, zodat de U-, V en Y-signalen op dezelfde pennen beschikbaar staan.

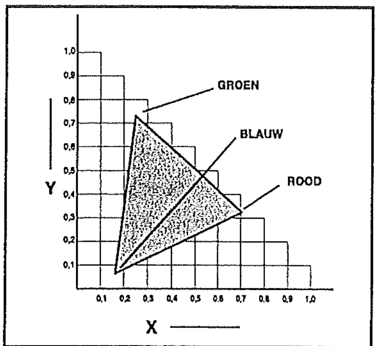


Figuur 10-427: Kleurdecoder.

Kleurencirkel Zie kleurendriehoek.

Kleurendraaggolf Bij de overgang van zwart/wit- naar kleuren-TV stond men voor de bijna onmogelijke opgave om de bestaande zwart/wit lijnpulsen extra informatie mee te geven, waarmee in de ontvanger de kleureninformatie voor ieder beeldpunt kon worden afgeleid. Het nieuwe kleurensysteem moest immers volledig compatibel zijn met het bestaande zwart/wit systeem, met als logisch gevolg dat aan de structuur van de lijnpulsen niets veranderd kon worden. Dank zij een zeer ingenieus coderingssysteem is men toch in deze opdracht geslaagd. De twee signalen, die men daarvoor nodig heeft worden volgens een speciaal quadratuurproces smalbandig gemoduleerd op een draaggolf met een frequentie van precies 4,433.618.75 MHz. Dit noemt men de kleurendraaggolf. Eerst wordt de bandbreedte van het signaal begrensd tot ongeveer 1,3 MHz. Nadien wordt dit signaal in een ringmodulator gemoduleerd op een draaggolf met een frequentie van 4,43 MHz. Een van de fundamentele eigenschappen van een ringmodulator is dat de draaggolf zélf niet op de uitgang verschijnt. Wat dus overblijft zijn de twee zijbanden. Het onderdrukken van de draaggolf is noodzakelijk omdat de frequentie van dit signaal binnen de bandbreedte van het luminantie-signaal ligt. Het uitzenden van dit signaal met een constante frequentie zou interferentie kunnen veroorzaken met bepaalde frequentiecomponenten van het luminantie-signaal, waardoor storende effecten in het weergegeven beeld zouden kunnen ontstaan.

Kleurendriehoek Uit de drie primaire kleuren rood, groen en blauw kunnen, zoals reeds beschreven bij "kleur", door additieve menging miljoenen kleursoorten samengesteld worden. Al die kleuren kunnen overzichtelijk worden samengevat in de kleurendriehoek. Zoals getekend in figuur 10-428, bestaat die driehoek uit een assenstelsel met twee coördinaten X en Y. Dit kleurcoördinatensysteem is genormd volgens DIN 5033 en wordt internationaal toegepast. De drie primaire kleuren R, G en B liggen op de hoekpunten van de driehoek. Langs de zijden van de driehoek gaat de kleur geleidelijk over van de ene kleur in de andere. Tussen de rode en de groene hoek wisselen de kleuren, net zoals bij een regenboog, van rood via geel naar groen. Iedere kleur kan nu gemakkelijk gedefinieerd worden door er een X- en een Y-waarde aan toe te kennen. De primaire kleur groen heeft bijvoorbeeld een X-waarde van ongeveer 0,2 en een Y-waarde van ongeveer 0,7. Het zogenoemde "witpunt", het punt waar uit een bepaalde menging van de drie primaire kleuren wit ontstaat, ligt bij X = 0,3 en Y = 0,3.



Figuur 10-428: Kleurendriehoek (1).

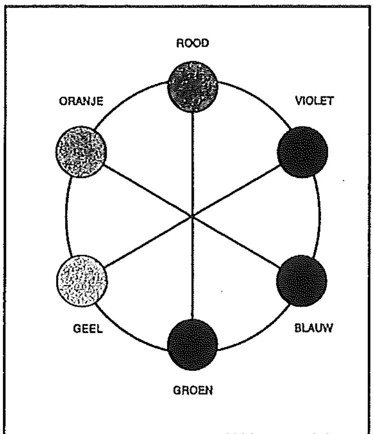
Uit de kleurendriehoek kan gemakkelijk de zogenoemde kleurencirkel van figuur 10-429 afgeleid worden. Men kan zich voorstellen dat de kleurendriehoek R-G-B uit een gekleurd snoer bestaat dat rond drie spijkers is gespannen. Verwijdert men de spijkers en legt men het snoer in een cirkel, dan ontstaat de kleurencirkel.

Kleurenprinter Een printer, waarmee men meer dan één kleur op papier kan overdragen. Er bestaan verschillende technologieën:

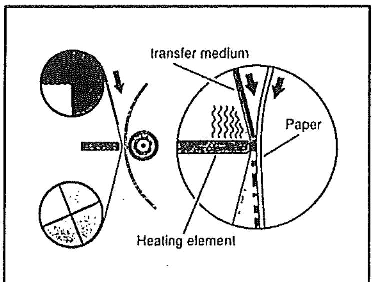
- kleuren naaldmatrix printers;
- kleuren thermo-transfer printers;
- kleuren inkjet printers;
- kleuren laserprinters;
- kleuren thermal wax printers;
- kleurstof sublimatie printers;
- nat-elektrostatische printers.

Bij *kleuren naaldmatrix printers* wordt het zwarte inktlint vervangen door een inktlint dat bestaat uit vier kleurbanden met als kleuren zwart, rood, blauw en geel. Het lintgeleidingsmechanisme is nu bestuurbaar, zodat de software een van de kleurbanden voor de naaldjes kan zetten. Met een dergelijk lint kunnen, door een eenvoudige additieve menging van de beschikbare basiskleuren, in principe zeven kleuren worden afgedrukt. In principe, omdat niet alle mengkleuren er even fraai uitzien! Omdat de naaldmatrix printer een regeldrukker is, zal het duidelijk zijn dat kleuren op het papier verschijnen door de printkop vier keer over een en dezelfde regel te sturen. Bij iedere doorgang wordt er een andere kleurband van het inktlint voor de naalden geplaatst. Naaldmatrix printers met kleur hebben in feite niets dan nadelen. Jaren lang was dit principe echter het enige waarmee men op een betaalbare manier kleur op papier kon krijgen.

Ook het principe van *thermo-transfer printers* die met een inktrol werken, is om te zetten naar een kleursysteem. De inktrol bestaat nu uit een opeenvolging van drie of vier folies met verschillend gekleurde stoffen, die allemaal even groot zijn als het te bedrukken papier, zie figuur 10-430. Deze rol wordt door een verwarmings-array, bestaande uit duizenden verwarmingselementjes, tegen het papier gedrukt. Het volledige kleurenbeeld wordt in drie of vier arbeidsgangen samengesteld. Eerst wordt de eerste kleurfolie in de juiste positie gebracht. Bij de eerste drukgang wordt het papier in deze ene kleur bedrukt. Nadien wordt het papier terug naar de uitgangspositie getransporteerd, de tweede kleurfolie in positie gebracht en wordt de tweede kleur aangebracht. Dit gaat zo verder tot alle drie of vier kleuren op het papier zijn aangebracht.



Figuur 10-429: Kleurendriehoek (2).



Figuur 10-430: Kleurenprinter (1).

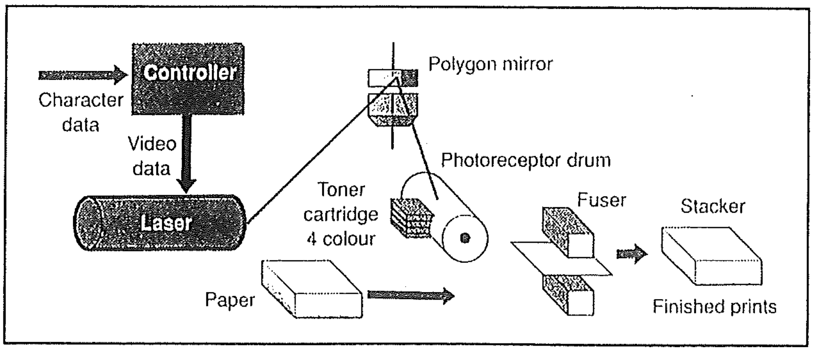
Het principe van de *inktjet printer* leent zich uitstekend voor kleurendruk. Men moet immers alleen het aantal printkoppen uitbreiden tot vier, deze vier koppen keurig naast elkaar opstellen en iedere printkop vullen met de geëigende inktkleur. Bij de goedkope typen kleurenprinters wordt een tweede inktkop naast de zwarte gemonteerd, waarin een speciale inktcartridge past die drie kleurcompartimenten heeft. De drie spuitmonden hebben echter veel minder nozzles dan bij de zwarte cartridge, waaruit automatisch volgt dat de maximale resolutie voor kleur lager is dan deze bij zwart/wit. Het nadeel van dit soort printers is dat het inktverbruik zeer oneconomisch is, omdat het zelden zal voorkomen dat men even veel rode, gele en blauwe inkt verbruikt. Als een van de compartimenten leeg is, moet men de kleurencartridge in zijn geheel vervangen. Bij de professionele, duurdere modellen gebruikt met vier identieke printkoppen en cartridges, ieder voor een kleur. Het zal duidelijk zijn dat de resolutie voor kleur nu even hoog kan zijn als deze voor zwartdruk, terwijl geen inkt verloren gaat. Maar door de ingewikkelde constructie zijn deze printers uiteraard veel duurder. Inktjet kleurenprinters hebben als grootste voordeel dat zij de goedkoopste kleurenprinters zijn, die acceptabele resultaten leveren. Toch valt er nog wel het een en ander aan te merken op de afdrukkwaliteit. Afdrukken op normaal papier zijn in het algemeen onacceptabel. Het papier zuigt de kleuren op, waardoor de afdruk een onverzadigde indruk achter laat. Heeft het papier een vezelstructuur, dan zal de inkt voornamelijk langs de vezels in het papier dringen, waardoor de kleuren in elkaar overvloeien en een onscherpe indruk bestaat. Bij het printen op te glad papier bestaat het gevaar dat de kleuren te langzaam indrogen, waardoor de natte inkten zich kunnen gaan

mengen en allerlei onnatuurlijke kleurverlopen ontstaan. Dit laatste is zeer zeker het geval als men grote naast elkaar liggende vlakken in verschillende kleuren moet bedrukken. De meeste fabrikanten leveren echter speciaal papier, dat er op het oog glanzend uitziet maar ruw aanvoelt. Gebruikt men dit zeer dure papier, dan kan men met kleuren inktjet printers prachtige resultaten behalen.

Laserprinters die in kleur kunnen printen zijn nog volop in ontwikkeling. Ondanks dat de leverbare apparatuur nog extreem duur is vallen de printresultaten best wel tegen. De "goedkopere" apparaten werken volgens het principe dat in figuur 10-431 is geschetst. Naast de fotogevoelige drum staan nu vier tonerreservoirs, gevuld met respectievelijk cyaan, magenta, gele en zwarte toner. De ingebouwde controller ontleedt de binnenkomende gegevens naar hun kleursamenstelling en bouwt vier elektronische beelden op, een voor ieder van de aanwezige tonerkleuren. Al deze gegevens worden opgeslagen in het geheugen, dat dus uiteraard veel groter moet zijn dan bij een monochrome printer. Geheugens van 16 MB zijn eerder regel dan uitzondering! Nadat de elektronische voorbereidingen klaar zijn, wordt de drum in vier fasen belicht. Bij de eerste rotatie schrijft de laser bijvoorbeeld het cyaan beeld op de drum, waarna het cyaankleurige tonerpoeder op de rol wordt aangebracht. Bij de drie volgende rotaties van de drum worden de drie overige kleuren belicht en neemt de drum het tonerpoeder van deze kleuren op. Bij de vijfde omwenteling van de drum wordt het papier aangevoerd en wordt het volledige kleurenbeeld in één gang overgedragen op het papier. Nadien volgt de fixering door middel van twee warme rollen. Een van de belangrijkste kostenposten bij een kleuren laserprinter is de drum. Bij monochrome laserprinters kan men werken met een drum met een omtrek van slechts 7,5 centimeter. Het volledige beeld wordt dan in vier opeenvolgende omwentelingen op de drum belicht en op het papier overgedragen. Bij een kleuren laserprinter is dit, vanwege het toegepaste principe, onmogelijk. Het volledige beeld moet eerst op het oppervlak van de drum geschreven worden. Vandaar dat de omtrek van de drum bij een A4-printer minstens gelijk moet zijn aan 30 cm.

Kleuren laserprinters die met één drum werken, hebben een aantal nadelen. Problemen zijn de perfecte passing van de deelbeelden, het zogenoemde "register" en de vervuiling van de kleuren bij het aanbrengen van de vier deelbeelden op de drum. Deze problemen zijn nog niet bevredigend opgelost. Naast de kleurenlasers met één drum zijn er ook systemen ontwikkeld die werken volgens het principe dat ook bij kleuren offset drukpersen wordt gehanteerd. Er zijn nu vier afzonderlijke drukwerken aanwezig, ieder met eigen drum en belichtingseenheid. Het zal duidelijk zijn dat dergelijke apparaten extreem prijzig zijn en alleen rendabel zijn bij het verwerken van zeer hoge oplages. Toch worden dergelijke "elektronische drukpersen" een grote toekomst voorspeld en men verwacht dat zij binnen tien jaar een ernstig te nemen concurrent zullen vormen voor de traditionele klein formaat offset persen. Het grote voordeel van dergelijke kleurenmachines is dat men heel snel van de ene naar de volgende opdracht kan omschakelen, zonder het tijdrovende gedoe van het wisselen van offsetplaten en schoonmaken van de rubber doeken. Bovendien lenen zich dergelijke systemen voor "printing on demand" en "gepersonaliseerd drukwerk", waarbij de oplages tot op het vel worden afgestemd op de momentele behoeften van de opdrachtgever.

Kleuren *thermal wax printers* zijn gebaseerd op het principe van de inktjet printers. Groot probleem bij het inktjet procédé is dat de vloeibare inkt in het papier trekt, waardoor speciaal papier gebruikt moet worden om briljante kleurenafdrukken

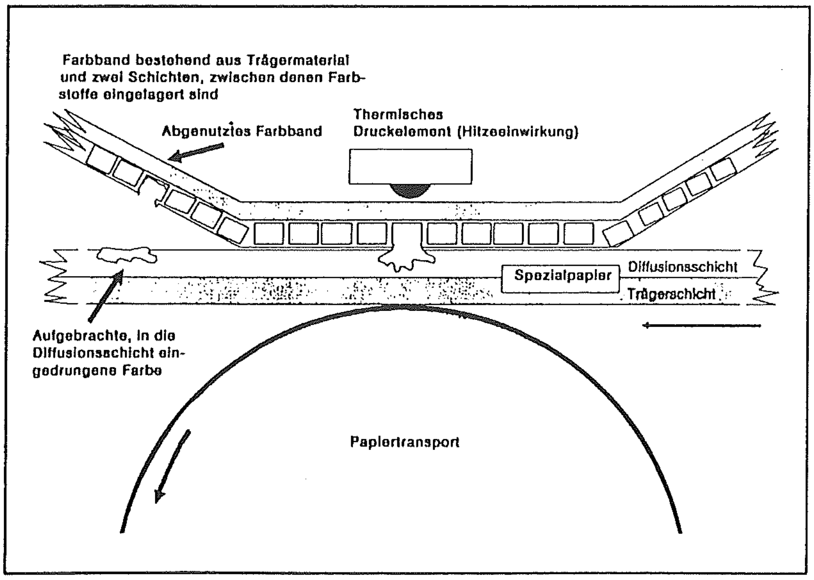


Figuur 10-431: Kleurenprinter (2).

te krijgen. Thermal wax printers hebben dit nadeel niet en kunnen ook op normaal papier schitterende kleurenafbeeldingen produceren. Er wordt nu niet gewerkt met vloeibare inkt, maar met transparante kleurstoffen die zeer fijn zijn gemengd met een soort was. De wasstaafjes (ook nu worden vier staafjes gebruikt in de standaard kleuren) worden eerst gesmolten in een reservoir. De vloeibare was wordt naar de printkop geleid, daar nog eens extra verwarmd tot de was dun vloeibaar is en via kleine gaatjes op het papier gespoten. Dat papier is koud, met als gevolg dat de uiterst kleine druppeltjes vloeibare was onmiddellijk stollen als zij in contact komen met het papier. De gestolde druppeltjes was blijven dus op het papier liggen, zodat er geen kans is dat de kleurstof zich via de vezelstructuur van het papier gaat verspreiden. Het bedrukte vel papier wordt nadien gefixeerd. Dat gebeurt nu niet met verwarmde rollen zoals bij laserprinters, want dan zou de vloeibare was toch weer in het papier kunnen dringen, maar door druk. Het bedrukte papier wordt tussen twee metalen rollen doorgevoerd, die met grote kracht tegen elkaar gedrukt worden. De druk die op het papier wordt uitgeoefend zorgt er nu voor dat de kleine gestolde wasdruppeltjes platgedrukt worden. Het grote voordeel hiervan is dat de typische rasterstructuur, die men bij alle tot nu toe besproken printertechnologieën aantreft, wegvalt. De afzonderlijke dotjes zijn niet meer als dusdanig te herkennen, waardoor het idee ontstaat alsof de afdruk ongerasterd is. Bovendien zullen door het koudwalsen de wasdruppeltjes van verschillende kleuren iets door elkaar gemengd worden. De gebruikte kleurstoffen zijn transparant, waardoor zeer mooie mengkleuren ontstaan. Het is voornamelijk de firma Tektronix, die zich gespecialiseerd heeft in de thermal wax technologie. Er wordt een reeks zogenoemde "Phaser"-printers op de markt gebracht, die volgens deze technologie werken en uitstekend kleurendrukwerk kunnen produceren. Helaas zijn de prijzen van dergelijke apparaten nog steeds te hoog voor algemeen gebruik op het kantoor en in de kleine studio. Opgemerkt moet echter worden dat sommige typen uit de "Phaser"-serie niet met thermische was werken, maar volgens de sublimatie technologie of de thermo-transfer techniek.

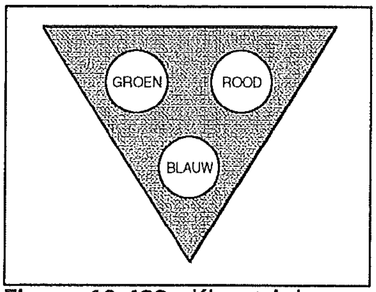
Nu het principe van de *kleurstof sublimatie printers.* De meeste stoffen hebben drie zogenoemde agregatietoestanden: vast, vloeibaar en gasvormig. Door het verhitten van een vaste stof wordt deze eerst vloeibaar (het smeltpunt) en gaat nadien over in gasvormige toestand (het damppunt). Het smeltpunt van bijvoorbeeld water ligt op 0 °C, het damppunt op 100 °C. Nu zijn er bepaalde stoffen waarvan het smelt- en damppunt heel dicht bij elkaar liggen. Door een dergelijke stof in vaste toestand plotseling te verwarmen, zal de stof onmiddellijk verdampen, waarbij de vloeibare fase wordt overgeslagen. Een dergelijk proces, waarbij een stof opeens van vaste toestand in gasvormige toestand overgaat, noemt men sublimatie. Kleurstof sublimatie printers maken gebruik van het beschreven fysische verschijnsel. Zoals uit figuur 10-432 volgt, lijkt het principe erg op dat van de thermo-transfer printers. Ook nu is er een rol printerfolie aanwezig, ingedeeld in opeenvolgende paginagrote vellen in de vier basiskleuren. Ook nu staat er achter deze rol een array met verwarmingselementen. Maar daarmee houden de overeenkomsten op! De inkt zit in vaste vorm opgesloten in kleine cellen in de rol printerfolie. Deze cellen worden plotseling verhit, waardoor de kleurstof opeens verdampt. Door de grote uitzetting die hiervan het gevolg is, explodeert de cel als het ware en spuit een klein wolkje ***gasvormige*** kleurstof naar het papier. Het papier staat niet in mechanisch contact met de printerfolie, er is dus een klein spleetje tussen folie en papier aanwezig. Het papier heeft een speciale samenstelling, het bestaat namelijk uit een drager met daarop een speciale diffusielaag. Deze laag is poreus, zodat zij in staat is de gasvormige moleculen van de weggeschoten kleurstof in zich op te nemen. Het resultaat van een en ander is dat er geen scherp begrensde inktdot op het papier verschijnt, maar eerder een onregelmatig gevormd vlekje, met wazige randen. Vanwege dit feit is een sublematie printer eigenlijk helemaal niet geschikt voor het afdrukken van bijvoorbeeld zwarte teksten. De randen van de letters zijn veel te onscherp! Het principe is echter uitermate geschikt voor het afdrukken van kleurenfoto's. Ook nu wordt het papier vier keer door de printer gevoerd, waarbij telkens een andere kleurstrook van de printerfolie wordt gebruikt. Doordat de gasvormige wolkjes kleurstof in de poreuze bovenlaag van het papier in-

dringen, ontstaan mooie mengkleuren. Bovendien zorgen de wazige randen ervoor dat de naast elkaar geprinte kleurdotjes netjes in elkaar overvloeien, zodat echt de indruk ontstaat van een kleurenfoto, zonder dat een hinderlijk waarneembaar dot-raster aanwezig is.
Kleurstof sublimatie printers worden soms ook aangeprezen als "DS/T2 printers". Deze afkorting slaat op het Engelse "Dye Sublimation, Thermal Transfer", een omschrijving die het werkingsprincipe van dergelijke printers kernachtig samenvat.
Tot slot een printer technologie, die wel nooit gemeengoed zal worden in het kantoor. Bij de *nat-elektrostatische printers* wordt gewerkt met vloeibare toners. De kleurstoffen zijn verwerkt in een emulsievloeistof. In een emulsie wordt gebruik gemaakt van een vloeibare drager, waarin de actieve stoffen onder de vorm van zeer kleine druppeltjes als het ware zweven. De bekendste emulsie is zonder enige twijfel mayonaise. Het medium, waarop gedrukt moet worden, wordt elektrostatisch opgeladen, bijvoorbeeld door een laserstraal. Nadien wordt het medium door vier baden gevoerd. Overal waar op het medium elektrische lading aanwezig is, worden de kleine druppeltjes uit de emulsie naar het papier getrokken. Nadien wordt het papier gedroogd, waarbij meteen de tonerdruppeltjes op het papier worden gefixeerd. Het voordeel van deze technologie is dat men in staat is printers te bouwen die zeer grote papierformaten kunnen bedrukken. De haalbare resolutie bedraagt 400 dpi. Nadelen zijn dat vrij veel giftige dampen vrijkomen en dat men de nodige aandacht moet besteden aan het afzuigen van deze dampen. Vandaar dat dit soort printers alleen in gespecialiseerde drukkerijen worden toegepast, waarbij met hoge snelheid grote oplagen van elektronische gegevens moeten worden geprint.



Figuur 10-432: Kleurenprinter (3).

Kleurenhulpdraaggolf Bij het uitzenden van het TV-signaal wordt de kleurendraaggolf onderdrukt. In de ontvanger moet dit signaal weer geregenereerd worden. Dit herwonnen signaal noemt men de kleurenhulpdraaggolf. Het herwinnen gebeurt aan de hand van de kleurenburst. Dit signaal vervult in feite dezelfde rol als de piloottoon bij stereo-FM ontvangst. Om frequentie en fase van de hulpdraaggolf star te koppelen aan de originele draaggolf in de zender worden na iedere lijn enige perioden met deze frequentie en fase uitgezonden. In de ontvanger zijn schakelingen aanwezig die deze paar perioden gebruiken als referentie om de frequentie van een eigen oscillator precies gelijk te maken aan de frequentie van de burst.



Figuur 10-433: Kleurtriplet.

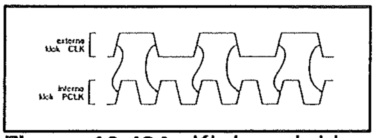
Kleurtriplet Een pixel op het scherm van een kleurenbeeldbuis, opgebouwd uit drie dotjes fluorescerend materiaal die, bij beschieting met elektronen, de basiskleuren groen, rood en blauw uitstralen, zie figuur 10-433. Ieder triplet is precies geplaatst ten opzichte van een gaatje in het schaduwmasker, zodat de drie elektronenstralen ieder op hun eigen dotje invallen. Door de intensiteit van de drie elektronenstralen te variëren zullen de drie dotjes met verschillende intensiteiten oplichten, zodat op een

afstand bekeken een mengkleur wordt waargenomen.

Klokfrequentie De basisfrequentie waarmee de diverse onderdelen van een digitale schakeling werken en waardoor deze schakelingen met elkaar gesynchroniseerd worden.

Klokisolator Een isolator voor het ophangen van niet-geïsoleerde kabels in de buitenlucht. De isolator is vervaardigd van porcelein of glas en heeft een typische klokvorm, die er voor zorgt dat de binnenzijde ook bij regenval droog blijft.

Klokverdubbeling Een systeem dat wordt gebruikt bij processoren en waarbij de interne klokfrequentie van de processor het dubbele bedraagt van de klokfrequentie waarmee de schakeling communiceert met de buitenwereld. De typische processorwerkzaamheden, zoals het uitvoeren van de commando's, worden hierdoor sneller uitgevoerd, hetgeen een bepaalde snelheidswinst oplevert. De stijgende snelheden van processoren veroorzaken tal van problemen. Een van de ergste is de elektromagnetische straling, die proportioneel is met de vierde macht van de frequentie. Bij een externe klokfrequentie van slechts 80 MHz is die straling bijna 80.000 maal groter dan bij de 4,77 MHz van de allereerste PC! Dit maakt een goede afscherming van het moederbord noodzakelijk, om bijvoorbeeld nog ongestoord radiosignalen te kunnen ontvangen. Veel erger zijn echter de uitwerkingen op de PC-onderdelen of het moederbord zélf. Wanneer de impedanties van de onderdelen, bij dergelijke frequenties spelen zelfs draadbruggetjes van 2 cm een rol, niet optimaal zijn afgestemd treden signaalreflecties en dempingen op die een betrouwbaar functioneren van het systeem verhinderen. Een ander neveneffect van hoge kloksnelheden is dat de signaallooptijden op het moederbord, bijvoorbeeld van de processor via de buffers en de drivers naar het geheugen, zelfs bij zeer snelle componenten in de buurt van de periode van het kloksignaal komen te liggen. Intel heeft voor deze problemen een effectieve oplossing gevonden: interne klokverdubbeling. Dat betekent dat de i486DX2 - de "2" staat voor verdubbeling - het toegediende kloksignaal intern verdubbelt, zodat een 33 MHz i485DX2 intern eigenlijk een 66 MHz i486DX is. Alle interne eenheden van de processor zoals de ALU, decoderingseenheid, drijvende komma eenheid, segmenteringseenheid en de toegang tot het interne 8 kB cache-geheugen functioneren op dubbele snelheid. Alleen de businterface werkt nog op de lagere externe kloksnelheid, omdat de overige schakelingen op het moederbord geen beschikking hebben over de verdubbelde klok. De interne verdubbeling van de klokfrequentie is via vrij eenvoudige schakelingen te realiseren, bijvoorbeeld door een systeem te ontwerpen dat bij iedere flankovergang (opgaand of neergaand) van het externe CLK-signaal getriggerd wordt, zie figuur 10-434. Het schakelelement moet alleen zo worden ontworpen dat zijn toestand voor de volgende flankovergang weer verandert. Door een juiste keuze van weerstanden en condensatoren is dat eenvoudig te realiseren. Het verkregen signaal synchroniseert dan een interne PLL-schakeling die de eigenlijke verdubbelde processorklok levert.



Figuur 10-434: Klokverdubbeling.

Klystron Een elektronenbuis die wordt gebruikt voor het genereren van zeer hoogfrequente elektromagnetische straling, bijvoorbeeld in industriële magnetrons. De klystron werkt volgens het algemeen natuurkundig verschijnsel dat een massa, die door een externe invloed van zijn rechtlijnige, eenparige beweging afwijkt, elektromagnetische straling gaat uitzenden. Bij een klystron wordt dit principe toegepast op elektronen. Aan de hand van figuur 10-435 kan het principe van de klystron worden toegelicht. Men beschouwt een elektronenbundel die geleverd wordt door de kathode K en achtereenvolgens twee roosterparen A1/B1 en A2/B2 doorloopt welke zijn gescheiden door een veldvrije ruimte B1/A2. Tussen de roosters A1 en B1 wordt een wisselspanning aangebracht, waardoor ieder elektron van de bundel, afhankelijk van het tijdstip waarop het dit roosterpaar passeert, de veldvrije ruimte B1/A2 invliegt met een grotere respectievelijk kleinere snelheid dan de oorspronkelijke. Dit proces wordt aangeduid met de naam snelheidsmodulatie. Hierdoor wordt tijdens het doorlopen van deze zogenoemde driftruimte de aanvankelijk constante elektronendichtheid in de bundel verstoord, daar nu de bij A1/B1 versnelde, doch later vertrokken elektronen hun voorgan-

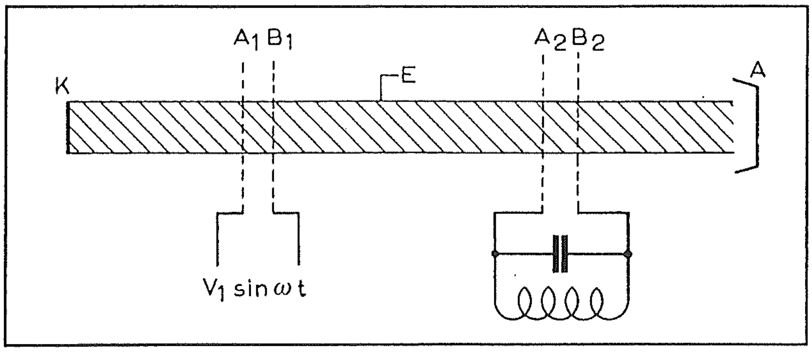
A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z

gers, die bij A1/B1 vertraagd of minder versneld werden, kunnen inhalen. Men kan dit ook zo uitdrukken dat in de bundel behalve een gelijkstroomcomponent ook wisselstroomcomponenten zijn ontstaan. De wisselstroomcomponent welke de frequentie van de modulatiespanning heeft, is in het algemeen het sterkst in de bundel vertegenwoordigd, maar ook hogere harmonischen hiervan treden op. Nadat de bundel op de hier beschreven wijze is getransformeerd, passeert deze het tweede roosterpaar A2/B2, waarbij hij in de tussen deze roosters geschakelde trillingskring (inductorkring) door elektrische inductie een stroom opwekt, in eerste benadering gelijk aan die in de bundel. Neemt men aan dat genoemde trillingskring is afgestemd op de frequentie van de modulatiespanning, dan bestaat voor deze frequentie een hoge impedantie tussen de roosters en wordt energie aan de inductorkring afgegeven. Het systeem werkt dus als versterker. Ten einde modulatiespanning tussen het roosterpaar A1/B1 voldoende groot te kunnen maken, moeten ook deze roosters worden verbonden met een afgestemde kring, de zogenoemde modulatorkring. Wil men het systeem als oscillator gebruiken, dan voert men een deel van het aan de inductorkring afgegeven vermogen terug naar de modulatorkring en benut dit als modulatie- of stuurvermogen.
In figuur 10-436 is het symbool van een klystron weergegeven.

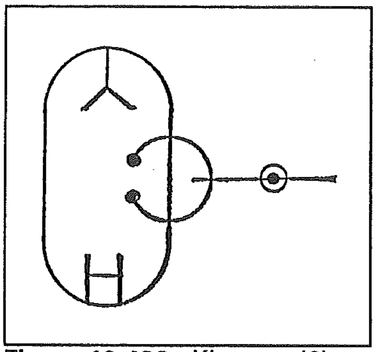
Klystron vermenigvuldiger Een schakeling rond een klystron, waarmee de frequentie van een signaal met een bepaalde factor vermenigvuldigd kan worden.

Knijpeffect Een effect dat optreedt in contacten, die door een grote stroom worden doorlopen. Vanwege de elektrodynamische effecten van het vloeien van de stroom door de contacten, zal er op de contacten een kracht worden uitgeoefend, die de contacten tegen elkaar drukt. Dat betekent dat voor het weer openen van de contacten een grotere kracht is vereist dan voor het sluiten van de contacten. Dit verschijnsel is bijvoorbeeld van belang bij relais.

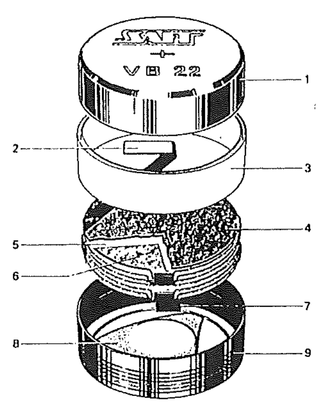
Knoopcel Een kleine batterij-cel onder de vorm van een knoop, zie figuur 10-437, meestal op basis van Nikkel-Cadmium. De spanning van een dergelijke knoopcel bedraagt 1,2 V, de capaciteit varieert van 12 mAh voor de kleinste uitvoeringen tot 550 mAh voor de grootse uitvoeringen. Worden gebruikt voor het voeden van de elektronica in talrijke niet veel vermogen verbruikende apparaten, zoals fotocamera's, elektronische uurwerken, etc.



Figuur 10-435: Klystron (1).



Figuur 10-436: Klystron (2).



1. Positieve kap (+).
2. Positieve contactstrip (aan de kap gepuntlast).
3. Isolatieringen.
4. Positieve schijf.
5. Separator.
6. Negatieve schijf.
7. Negatieve contactstrip.
8. Verend contact.
9. Negatieve kap (−).

Figuur 10-437: Knoopcel.

Knooppunt Een punt waar een elektrische geleider zich splitst in twee of meer andere geleiders. Een van de wetten van Kirchhoff (zie aldaar) stelt dat de algebraïsche som van alle stromen die in een knooppunt samenkomen gelijk moet zijn aan nul.

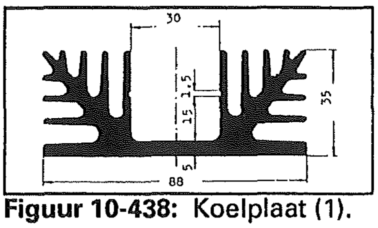
Knop Een meestal rond bedieningselement dat op de as van

een potentiometer wordt geschroefd en waardoor de potentiometer beter te hanteren is.

Knowbot Een intelligent programma dat zelfstandig zoekopdrachten op het Internet kan uitvoeren.

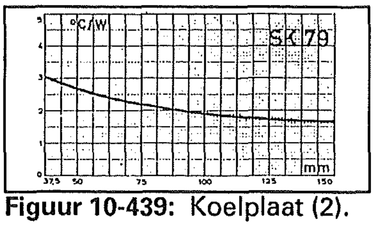
Koch-weerstand De weerstand van een fotocel als er geen licht op het fotogevoelige oppervlak valt.

Koeling Het kunstmatig verlagen van de temperatuur van een elektronisch onderdeel. Volgens een algemene wet van de elektrotechniek wekt een stroom, die in een geleider een spanning genereert, in die geleider een vermogen P op dat gelijk is aan het product van de stroom en de spanning:
$P = I * U$
Als er dus door een transistor een stroom vloeit, dan zal deze halfgeleider warm worden. Is de stroom door de halfgeleider of de spanning over de halfgeleider te groot, dan kan het warmtevermogen zo groot worden dat het onderdeel oververhit raakt. Door koeling kan men een deel van de warmte afvoeren naar de buitenwereld.



Figuur 10-438: Koelplaat (1).

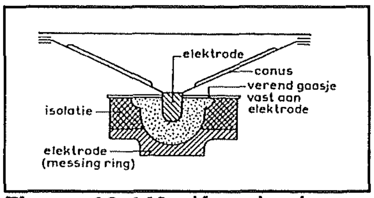
Koelplaat Een meestal uit aluminium gegoten of geperst profiel, waaraan men door het ontwerpen van een speciale vorm, zie figuur 10-438, een zo groot mogelijk oppervlak heeft gegeven en dat wordt gebruikt voor het afvoeren van de warmte die door Joulse verliezen wordt opgewekt in halfgeleiders, zoals vermogenstransistoren, gelijkrichtdioden, processorbehuizingen of triac's.
Bij de meeste koelplaten wordt een grafiek gegeven, zie figuur 10-439, waaruit het verband afgeleid kan worden tussen de lengte van het profiel en de temperatuurverhogingen voor iedere opgenomen Watt elektrisch vermogen. Deze grafieken gelden voor zwart geëloxeerde profielen. Dank zij deze grafieken is het erg gemakkelijk voor iedere toepassing het juiste profiel en de juiste lengte te berekenen. Een voorbeeld. Stel dat een eindtransistor van een voeding een maximaal vermogen te dissiperen krijgt van 75 W. Vanwege constructieve redenen (vrije ruimte in de behuizing) moet gekozen worden voor een koelprofiel van het type SK 57. Stel verder dat de maximale temperatuur van het profiel (en de eindtransistor!) begrensd moet worden tot 75 °C. Uit de grafiek van dit koelprofiel kan men aflezen dat een lengte van 150 mm een theoretisch vermogen van 0,5 °C/W heeft. Als in dit profiel 75 W wordt gedissipeerd zal de temperatuur met 37,5 °C stijgen.
Uitgaande van een maximale omgevingstemperatuur van 35 °C zal dit profiel bij maximale belasting van de voeding dus 35 + 37,5 = 72,5 °C warm worden.



Figuur 10-439: Koelplaat (2).

Kommentaar Tekst in een computerprogramma, die niet in instrukties wordt omgezet, doch slechts dient ter verduidelijking van het programma, of deel daarvan. Het is een goede gewoonte programma's van veel kommentaar te voorzien. Door het ontbreken van kommentaar zijn veel gedisassembleerde programma's bijna onleesbaar.

Kooi van Faraday Is een gesloten metalen kooi waarin geen elektrisch veld van buiten kan binnendringen. De metalen behuizing zorgt er immers voor dat alle geïnduceerde spanningen onmiddellijk naar de aarde worden afgevoerd. In de praktijk blijkt dat het voor veel toepassingen voldoende is als de wanden van de kooi worden uitgevoerd uit metaalgaas. In principe is een afgeschermde kabel ook een kooi van Faraday.

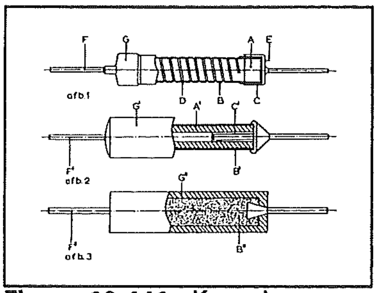


Figuur 10-440: Koolmicrofoon.

Koolmicrofoon Bestaat, zie figuur 10-440, uit een conus, voorzien van een elektrode, die een gedeeltelijk met koolstofpoeder gevuld bakje afsluit. Onder in het bakje zit de tweede elektrode. Geluidstrillingen doen het membraan trillen, waardoor de deeltjes van het poeder min of meer goed contact maken met elkaar en de inwendige weerstand van het geheel dus gaat variëren. Deze weerstandsvariatie kan natuurlijk gemakkelijk omgezet worden in een stroomvariatie en deze weer in een spanningsvariatie. Het voordeel van een koolmicrofoon is dat het onderdeel veel meer wissel-

stroomenergie kan opwekken dan er geluidsenergie op de conus valt. De versterking bedraagt ongeveer een factor 1.000. Nadeel is dat er steeds een gelijkspanningsvoeding in serie met het onderdeel aanwezig moet zijn.

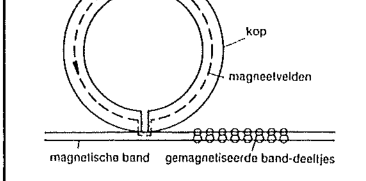
Koolweerstand Weerstanden waarvan het weerstand biedend materiaal bestaat uit grafiet of een mengsel van kool en een niet-geleider. Koolweerstanden zijn nog steeds de meest gebruikte weerstanden in de elektronica-praktijk. Naar de samenstelling van het materiaal onderscheidt men twee groepen koolweerstanden, opgedampte koolweerstanden en compositieweerstanden. In figuur 10-441 zijn drie typen koolweerstanden voorgesteld. Bij de *opgedampte koolweerstanden* (boven) bestaat het weerstandsmateriaal uit zuivere kristallijne kool, opgedampt op een ceramische drager (A). Na het opdampen van een koollaag (B) van voldoende dikte voorziet men de uiteinden van de staafjes van een laagje colloïdale kool (C). Hierdoor wordt een beter elektrisch contact verkregen met de metalen doppen (E) die op de uiteinden worden gemonteerd. Aan de doppen zijn de aansluitdraden (F) bevestigd. De weerstanden worden op de gewenste weerstandswaarde afgeregeld door een spiraalvormige groef (D) in de koollaag te beitelen, waardoor de stroombaan verlengd en versmald wordt. Niet alleen is het hierdoor mogelijk de weerstandswaarde aanzienlijk te vergroten, maar ook kan men deze nauwkeurig bijregelen. Na het beitelen worden de weerstanden van een of meer beschermende laklagen (G) voorzien, waarna men de kleurcode aanbrengt. Opgedampte koolweerstanden hebben de beste eigenschappen en kunnen tot op 0,5 % nauwkeurig worden afgeregeld.
Bij *compositie weerstanden* bestaat het geleidend materiaal uit een mengsel van kool en een niet-geleider. Men kan de compositie weerstanden weer onderverdelen in oppervlakte- en massa- (of compound-) weerstanden. Bij eerstgenoemde bevindt zich het koolmengsel in de vorm van een dunne laag op de drager, terwijl bij de massaweerstand het geleidend medium bestaat uit een geperst staafje. *Compositie weerstanden van het oppervlaktetype* vertonen grote gelijkenis met opgedampte weerstanden. Alleen de koollaag wordt nu niet verkregen door opdampen, doch door de drager in een koolsuspensie te dompelen, waarna uitbakking volgt. Sommige fabrikanten maken gebruik van de constructie die in de middelste afbeelding is voorgesteld. Uit een glasoven wordt een dunne glazen buis (A') getrokken, die achtereenvolgens door een koolsuspensie en een bakoven wordt geleid. Nadat de koollaag (B') uitgebakken is, wordt de buis in stukjes van de juiste lengte gesneden die op weerstandswaarde gesorteerd worden. Met behulp van een geleidende kit (C') worden de aansluitdraden (F') in de glazen buis vastgezet. Het geheel wordt ingeperst in bakeliet (G'), waarna de kleurcodering wordt aangebracht.
Massaweerstanden (onderste afbeelding) zijn van geheel andere constructie. Hierbij wordt eerst een kern (staafje) van het weerstandsmateriaal geperst (B"). Deze kern bestaat uit grafiet of roet gemengd met een niet-geleider (fijne kwarts of ceramisch poeder) en een kunstharspoeder als bindmiddel. Meestal wordt de kern eerst voorgeperst, waarna de aansluitdraden (F") aangebracht worden en het geheel in een voorgeperst bakelieten omhulsel (G") gebracht wordt. Hierna volgen napersen en uitharden. Na meting wordt de weerstand van een kleurcode voorzien.



Figuur 10-441: Koolweerstand.

Kop Het elektromagnetisch element waarmee men gegevens onder de vorm van permanent magnetisme op een band of schijf kan schrijven of van de band of schijf kan aflezen. De meest toegepaste koppen zijn op dit moment de koppen van harde schijven, van diskettestations en van kassette- en video-recorders.
Het algemene werkingsprincipe van een kop wordt toegelicht aan de hand van figuur 10-442. Het elektrische signaal, afkomstig van de gegevensbron, wordt door een soort elektromagneet, de zogenoemde opnamekop, omgezet in een magnetisch veld. De kop is samengesteld uit een spoel die rondom een kern is gewikkeld. De spanning die aan de spoel wordt aangelegd veroorzaakt een stroom, deze stroom wekt een magnetische flux op en de magnetische krachtlijnen van deze flux zullen zich

voortplanten door de kern. Omdat het de bedoeling is dat deze magnetische krachtlijnen de band of de schijf magnetiseren, brengt men in de ringvormige kern een zeer smalle luchtspleet aan. Het magnetische veld verspreidt zich plaatselijk rondom de luchtspleet in de lucht en leidt men een magnetiseerbare band of schijf met een constante snelheid langs de luchtspleet, dan zal het magnetische veld in de lucht de band of schijf magnetiseren. De sterkte van de band- of schijfmagnetisatie is een maat voor grootte van het signaal dat aan de spoel in de kop wordt toegevoerd. De wisseling in magnetisatie over een bepaalde lengte van de band of schijf is een maat voor de frequentie van het opgenomen signaal. Hier- uit kan men afleiden dat de maximale frequentie, die men op de band of op de schijf kan opnemen wordt bepaald door twee factoren: de band- of schijfsnelheid en de breedte van de luchtspleet. Neemt de frequentie van het signaal toe, dan zullen de toppen van de maximale positieve en negatieve magnetisatie steeds dichter bij elkaar komen te liggen. Bij een bepaalde frequentie liggen deze toppen zo dicht op elkaar, dat de band of schijf zich niet voldoende heeft verplaatst om beide toppen afzonderlijk op te nemen. Er bestaat dus een grensfrequentie, waarbij één periode van het signaal nog als volledige periode op de band of schijf wordt opgenomen. Deze grens wordt bereikt als de band of schijf zich gedurende één periode minder dan twee maal de breedte van de luchtspleet heeft voortbewogen. Vandaar dat apparaten die snelle gegevens moeten opnemen (moderne harde schijven!) zijn uitgerust met een zeer smalle luchtspleet en de snelheid wordt opgevoerd tot meerdere duizenden omwentelingen per minuut.
Bij het afspelen van de band of de schijf vindt het beschreven proces in omgekeerde richting plaats. De opgenomen band of schijf wordt langs de luchtspleet van de weergavekop gevoerd. De magnetisatie van de band of schijf veroorzaakt een flux in de kern en deze is op zijn beurt verantwoordelijk voor het genereren van een spanning in de spoel, die ook nu rond de ringvormige kern van de kop is gewikkeld. Na versterking en filtering staat het signaal ter beschikking voor verdere verwerking.
Er bestaan twee principieel verschillende systemen van opnemen en weergeven. Bij het eerste principe worden de opname- en weergave-processen door middel van één kop uitgevoerd. Bij het tweede is het apparaat uitgerust met twee afzonderlijke koppen, een voor het opnemen en een voor het weergeven. Het eerste systeem treft men aan bij de meeste kassette-spelers en diskette-stations. Het tweede systeem is voorbehouden aan de betere kassette-recorders en alle harde schijven.



Figuur 10-442: Kop.

Koperdoorsnede Het geleidend koperen oppervlak van kabels. De koperdoorsnede is gestandaardiseerd op de volgende maten: 0,75 - 1,0 - 1,5 - 2,5 - 4,0 - 6,0 - 10,0 - 16,0 - 25,0 - 35,0 - 50,0 - 70,0 - 95,0 - 120,0 - 150,0 en 185,0 mm^2. De noodzakelijke koperdoorsnede wordt bepaald door de eis dat de temperatuur van een kabel niet te hoog mag worden. Voor iedere koperdoorsnede wordt een stroom gedefinieerd, die maximaal door de kabel mag vloeien.
De waarde van deze stroom wordt bepaald door de eigenschappen van de kabel, van de omgeving en van het soort belasting. Het zal duidelijk zijn dat ongeïsoleerde kabels, die in de open lucht hangen meer belast mogen worden dan geleiders die in een dikke geïsoleerde kabel onder de grond liggen.

Koperverlies Het energieverlies dat in koperen kabels optreedt als deze elektrische energie transporteren. Koperen kabels hebben een bepaalde inwendige weerstand. De stroom die door de kabel vloeit wekt over deze weerstand een bepaalde spanningsval op. Er wordt dus in de kabel een vermogen gedissipeerd, gelijk aan het product van spanning en stroom. Omgerekend naar de specifieke kabelgegevens, stroom en inwendige weerstand, kan men het koperverlies ook uitdrukken als:
$P_{CU} = I^2 * R$
Opgemerkt moet worden dat het koperverlies hoger is als een kabel wisselstroom transporteert. Dit is een gevolg van het zogenoemde "Skin-effect", het verschijnsel dat wisselstroom niet homogeen door het totale oppervlak van een kabel vloeit, maar de buitenzijde verkiest.

Kopieerbeveiliging Een systeem dat moet verhinderen dat een illegale kopie wordt gemaakt van een auteursrechtelijk beschermd product, bijvoorbeeld een CD-ROM, een Audio-CD, een video-tape of een software-programma. Afhankelijk van het medium, zijn er tientallen systemen ontwikkeld die kopiëren moeten verhinderen. Bekend is het "Copybit" van het "Min-disk"-systeem van Sony of "Macrovision" bij video-tapes.

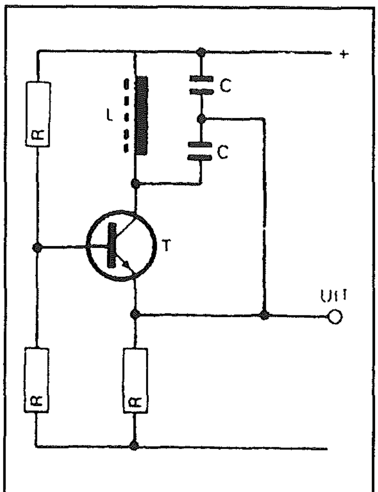
Kopinsteltijd De tijd die een harde schijf of een floppyloopwerk er nodig voor heeft om de schijf/lees-kop te positioneren boven de sector die beschreven of uitgelezen moet worden.

Koppelcondensator Een condensator die tussen twee schakelingen wordt opgenomen en die wél het signaal doorkoppelt, maar gelijkspanningen tegenhoudt. Een koppelcondensator tussen de collector aan een transistor en de basis van de volgende transistor verhindert dat de hoge gelijkspanning op de collector doordringt tot de basis van de volgende trap.

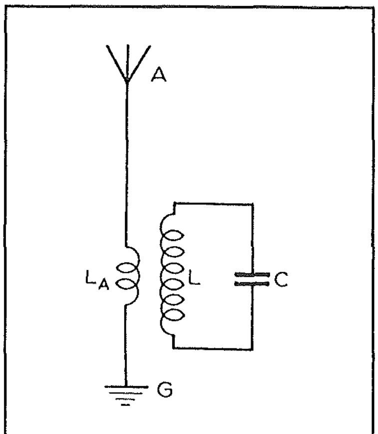
Koppeling De manier waarop twee elektronische onderdelen of twee blokken van een schakeling met elkaar zijn verbonden, zoals de koppeling van de antenne aan de eerste afstemkring of de koppeling tussen twee transistoren. Men moet een onderscheid maken tussen gewenste koppeling en ongewenste koppeling. Deze laatste kan optreden indien de constructie van de apparatuur niet juist is uitgevoerd, bijvoorbeeld als de voedingstransformator geplaatst is boven de bedrading van de eerste, gevoeligste trap van een versterker, en er daardoor in de bedrading een wisselspanning (50 Hz) wordt geïnduceerd. Deze ongewenste koppeling (magnetisch) kan aanleiding zijn tot een bromtoon uit de luidspreker van een versterker. Afhankelijk het koppelelement kan men het algemene begrip "koppeling" indelen in periodische koppeling en aperiodische koppeling. De periodische koppeling is een koppeling, waarin een matig gedempte trillingskring voorkomt. Wordt de wisselstroom hierdoor opeens onderbroken, dan sterft de wisselspanning over de kring relatief langzaam uit. De slingeringen blijven dus nog enige tijd bestaan, hoewel steeds kleiner wordend in amplitude. Bij de aperiodische koppeling zal, als de wisselstroom opeens wordt onderbroken, de spanning abrupt, dus zonder uitslingeringen, tot nul dalen. Een afgestemde kring kan door parallelschakeling van een geschikte weerstand zo sterk worden gedempt dat geen vrije slingeringen meer kunnen voorkomen. Men spreekt dan van een aperiodische kring.

Vervolgens kan nog onderscheid maken in de soort van koppeling.

- Galvanische koppeling, waarbij de onderdelen direct of via een of meer weerstanden met elkaar zijn gekoppeld. Er is dus een gelijkstroomweg aanwezig tussen in- en uitgang.
- Elektronische koppeling, bijvoorbeeld via een transistor. Een typisch voorbeeld van een dergelijke koppeling is getekend in figuur 10-443. De koppeling tussen basis en collector komt tot stand via de onderdelen L, C en C.
- Capacitieve koppeling, waarbij beide onderdelen met elkaar verbonden zijn door middel van een condensator.
- Inductieve koppeling, waarbij de onderdelen of de blokken door middel van een zelfinductie verbonden zijn.
- Magnetische koppeling, waarbij er tussen beide onderdelen of blokken energie wordt overgedragen via een magnetisch veld. Een typisch voorbeeld van een magnetische koppeling is voorgesteld in figuur 10-444, waarbij de antenne van een radio via een HF-transformator gekoppeld in met een secundaire afgestemde kring.



Figuur 10-443: Koppeling (1).



Figuur 10-444: Koppeling (2).

Koppelingscoëfficiënt Is een getal tussen 0 en 1 dat de mate van wederzijdse inductie tussen twee spoelen definieert. De koppelingscoëfficiënt k wordt wiskundig gedefinieerd door:
$k^2 = M^2/(L_1*L_2)$
Hierin staat M voor de wederzijdse inductie en L voor de zelf-inductie van de spoelen.

Koppositionering Het systeem bij een harde schijf of een floppy-loopwerk dat de koppen naar de juiste plaats van de schijf stuurt om gegevens te kunnen schrijven of lezen. Tegenwoordig wordt meestal gebruik gemaakt van een elektromagnetisch systeem, waarbij de koppen onder invloed van een magnetisch veld naar de juiste positie op de schijf wordt gestuurd.

Korte golf De korte golf bereiken die voor radio-ontvangst worden gebruikt zijn onderverdeeld in zeven frequentiebanden die tussen 6 en 21,45 MHz liggen:
- 49 m band: 6,00 tot 6,20 MHz: 50,00 tot 48,39 m
- 41 m band: 7,20 tot 7,30 MHz: 41,67 tot 41,10 m
- 31 m band: 9,50 tot 9,70 MHz: 31,58 tot 30,93 m
- 25 m band: 11,70 tot 11,90 MHz: 25,64 tot 25,21 m
- 19 m band: 15,10 tot 15,35 MHz: 19,87 tot 19,54 m
- 16 m band: 17,75 tot 17,85 MHz: 16,90 tot 16,81 m
- 13 m band: 21,45 tot 21,75 MHz: 13,91 tot 13,79 m

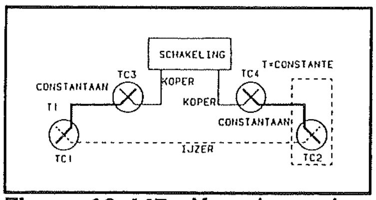
Kortsluitbeveiliging Een schakeling die er voor zorgt dat een onderdeel, een schakeling of een apparaat niet beschadigd wordt als men de uitgangsklemmen kortsluit. In de meeste gevallen bestaat een kortsluitbeveiliging uit een stroomsensor-weerstand, die de grootte van de uitgangsstroom meet en omzet in een spanning en een comparator die deze spanning vergelijkt met een referentie. Wordt de spanning over de sensorweerstand groter dan de referentie dan betekent dit dat de stroom te groot wordt en kan een of andere actie ondernomen worden.

Kortsluitimpedantie Is de impedantie, die men tussen twee klemmen van een vierpool meet, als de twee overige klemmen zijn kortgesloten. Uit deze grootheid en uit de nullastimpedantie, beide zeer gemakkelijk te meten, kan men langs wiskundige weg een heleboel eigenschappen en specificaties van de vierpool berekenen.

Kortsluiting Een ongewenst zeer laag-ohmige verbinding tussen minstens twee elektrische geleiders, waartussen een spanningsverschil bestaat. Door deze zeer laag-ohmige verbinding gaat er een zeer grote stroom vloeien, de kortsluitstroom. Deze stroom kan zeer grote schade aanrichten, vandaar dat het steeds noodzakelijk is kortsluitbeveiligingen op te nemen op punten die aan kortsluiting blootgesteld kunnen worden.

Koude las compensatie Een voorziening die noodzakelijk is als men temperaturen wil meten met thermokoppels. Thermokoppels werken doordat er tussen twee eng gekoppelde metalen een spanningsverschil ontstaat dat afhankelijk is van de temperatuur. Is het de bedoeling dat men met een thermokoppel nauwkeurig temperaturen meet en dit in de buurt van de omgevingstemperatuur, dan komt er een vervelend verschijnsel om de hoek kijken, dat bekend staat onder de naam "het koude las probleem". De twee draden van een thermokoppel moeten met "iets" verbonden worden. Dat "iets" is steeds een meet-en/of versterkerschakeling. De ingangen van deze schakeling bestaan uit twee contactpunten van koper. Als men de twee draden van het thermokoppel star met deze koperen punten verbindt, dan ontstaan uiteraard op deze plaatsen twee nieuwe thermokoppels! Dit noemt men de koude lassen. Er staan dan drie thermokoppels in serie. Het eerste probleem is dat de drie koppelspanningen niet per definitie dezelfde polariteit hebben. Maar het tweede en veel groter probleem is dat het absoluut uitgesloten is dat de drie thermokoppels op dezelfde temperatuur staan. In de meeste gevallen zullen de twee ongewenste thermokoppels op de omgevingstemperatuur staan, die kan variëren tussen ongeveer -20 °C en +60 °C. De spanning die aan de ingang van de meet- of versterkerschakeling staat is dus niet alleen afhankelijk van de temperatuur die met het "echte" thermokoppel gemeten wordt, maar ook van de omgevingstemperatuur. Het derde probleem is dat de thermospanningen die door de koppels ongewenste thermokopels worden gegenereerd de lineariteit van de meting nadelig beïnvloeden. Het is dus kortom absoluut onmogelijk een thermokoppel op een schakeling aan te sluiten zonder dat de eigen grote nauwkeurigheid van het thermokoppel volledig verziekt wordt door de twee koude lassen die gemaakt moeten worden om de uitgangsspanning van het koppel te kunnen meten.
Het is theoretisch onmogelijk de twee ongewenste thermo-

koppels uit de schakeling te verwijderen. Men moet dus een compensatiesysteem verzinnen, waarvan het principe wordt voorgesteld in figuur 10-445. Men maakt gebruik van twee identieke thermokoppels, in dit geval ijzer-constantaan. Het ene koppel, TC1, is het meetkoppel dat op de te meten temperatuur staat. Het tweede koppel, TC2, wordt op een constante temperatuur gehouden. In de meeste gevallen stelt men deze referentietemperatuur op 0 °C. De twee ongewenste thermokoppels, die ontstaan door het aansluiten van de sensor op het meetsysteem hebben nu, zoals duidelijk uit de tekening blijkt, dezelfde samenstelling, namelijk constantaan-koper. Bovendien staan deze thermokoppels in antiserie geschakeld, zodat hun thermospanningen zich van elkaar aftrekken. Als men er voor zorgt dat beide thermokoppels steeds op dezelfde temperatuur staan, heeft men dus geen last van deze koppelspanningen. Zij zijn dan steeds even groot en elimineren elkaar.



Figuur 10-445: Koude las compensatie.

Vervolgens moet men uiteraard nog de aanwezigheid van het koude thermokoppel TC2 in rekening brengen. Doordat dit koppel op een constante temperatuur staat zal ook de koppelspanning constant zijn. Zorgt men er bovendien voor dat de koppeltemperatuur gestabiliseerd blijft op 0 °C, dan is de uiteindelijke spanning alleen afhankelijk van de spanning die door het thermokoppel TC1 wordt gegenereerd. Bovendien heeft men dan meteen een Celsius-schaal geïntroduceerd. Dat is logisch, want als het thermokoppel TC1 op 0 °C staat, dan zal het volledige systeem 0 V genereren. Een temperatuur van 0 °C komt dus overeen met een uitgangsspanning van 0 V, zodat de meetschakeling rechtstreeks een meetinstrument met een Celsius-schaal kan aansturen.

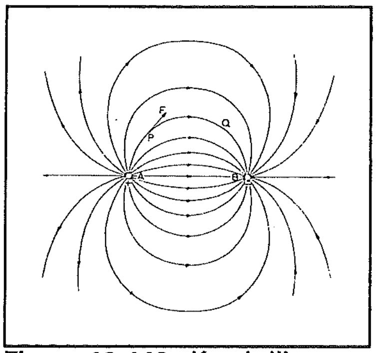
k-parameters Een stel getallen, waarmee men de onderlinge relaties tussen de ingangs- en uitgangsgrootheden van een vierpool onder de vorm van wiskundige formules kan beschrijven, bijvoorbeeld:

$I_{in} = k_{21} * U_{uit} - k_{22} * I_{uit}$

De k-parameters maken deel uit van een vrij ingewikkelde wiskundige theorie, die de "wiskunde van tweepoorten" wordt genoemd. Via deze theorie kan men netwerken beschouwen als "zwarte doosjes" met twee ingangen en twee uitgangen. De relaties tussen deze in- en uitgangen kunnen beschreven worden door een reeks parameters, namelijk z, y, k en h.

KPI Afkorting van "Kernel Programming Interface", een systeem waarmee men op het basisniveau van een interface (bijvoorbeeld Windows) programma's kan ontwikkelen.

Krachtlijnen In een magnetisch of elektrisch veld heeft ieder ruimtelijk punt een bepaalde veldsterkte. Deze veldsterkte heeft in ieder punt een bepaalde grootte en een bepaalde richting, men kan de veldsterkte dus door plaatselijke vectoren voorstellen. De krachtlijnen zijn de denkbeeldige lijnen waarvan de raaklijnen in ieder punt de richting van de veldsterkte weergegeven. In figuur 10-446 is als voorbeeld een elektrisch veld gegeven tussen twee puntladingen A en B. Er zijn een paar krachtlijnen getekend, bijvoorbeeld de kromme A, P, Q, B. In punt F is de plaatselijke veldsterkte voorgesteld door de vector F. Deze vector is de raaklijn van de krachtlijn en bepaalt de richting van de veldsterkte in dat ene punt P. Zou men in punt P een denkbeeldige positieve elektrische puntlading plaatsen, dan zou deze zich via de krachtlijn van P via Q naar B verplaatsen.



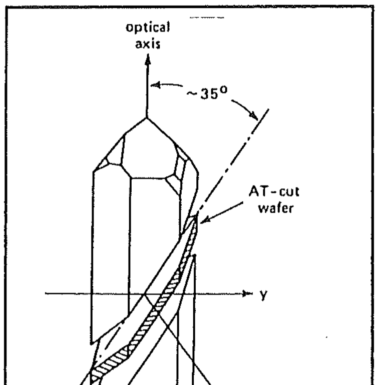
Figuur 10-446: Krachtlijnen.

Kraus-antenne Een bi-directionele antenne, opgebouwd uit twee dipolen die dicht bij elkaar staan.

Kring In het algemeen een elektrisch circuit, waarin een stroom kan lopen. Voor de stroom vormt de schakeling dus een gesloten lus of kring.

Kristal Een specifieke uitvoering van het materiaal siliciumdioxide SiO_2, waarmee men zeer nauwkeurige kwartsoscillatoren kan bouwen. Het hart van zo'n schakeling is een kwartskristal. Als men een kristallen plaatje met specifieke afmetingen en vorm in een oscillatorschakeling opneemt, zal deze schakeling een signaal met een zeer stabiele frequentie opwekken, waarvan de waarde wordt bepaald door de

afmetingen en geometrische gegevens van het kristal. Bepaalde materialen zoals kwarts vertonen een piëzo-elektrisch effect. Wanneer zo'n materiaal wordt samengedrukt of uitgerekt ontstaat er over het materiaal een elektrische spanning. Wanneer omgekeerd een elektrische spanning over het materiaal wordt gezet dan zal dit samendrukken of uitgerekt worden. Het materiaal reageert dus op een wisselend elektrisch veld door het uitvoeren van een periodieke beweging. De frequentie waarmee dit gebeurt is afhankelijk van de fysische eigenschappen van het materiaal, met name de dikte van het plaatje. Door deze eigenschap is het mogelijk een materiaal met piëzoelektrische eigenschappen te gebruiken voor het genereren van een wisselspanning met een zeer constante frequentie. Als men namelijk over een plaatje materiaal met dergelijke eigenschappen een wisselspanning zet, dan zal het plaatje één frequentie uit dit signaal gaan versterken. Dat is de frequentie waarbij het plaatje maximaal gaat trillen. Door dit trillen en door het genoemde effect zal er over het plaatje namelijk een vrij grote spanning ontstaan waarvan de frequentie gelijk is aan de mechanische resonantiefrequentie van het plaatje. Er bestaan ongeveer 3.000 minerale grondstoffen die piëzo-elektrische eigenschappen hebben. De meeste mineralen zijn in hun natuurlijke vorm echter volstrekt onbruikbaar vanwege onzuiverheden die in het materiaal aanwezig zijn. Voor de fabricage van kwartskristallen werd vroeger gebruik gemaakt van ruw kwarts, gedolven in Brazilië. Dit kwarts werd gesmolten onder zeer hoge druk en nadien uitgekristalliseerd. Er ontstaan dan grote hexagonale kristallen met de typische vorm die in figuur 10-447 geschetst is. Tegenwoordig wordt echter hoofdzakelijk gebruik gemaakt van synthetische kristallen. Deze bevatten veel minder kristalfouten en zijn veel zuiverder dan de natuurlijke materialen. Uit het basiskristal kunnen duizenden dunne plaatjes gezaagd worden. Deze plaatjes vormen de basis van de elektronische onderdelen die men kwartskristallen noemt. De eigenschappen van het plaatje hangen niet alleen af van de dikte ervan, maar ook van de hoek (de snede) waaronder de plaatjes uit het basiskristal gezaagd zijn. In figuur 10-447 zijn de twee meest gebruikte snedes getekend: Y-snede en AT-snede. De dikte van het plaatje bepaalt de uiteindelijke resonantiefrequentie van het kristal, de snede bepaalt voornamelijk de mate waarin de resonantiefrequentie afhankelijk is van de temperatuur.



Figuur 10-447: Kristal.

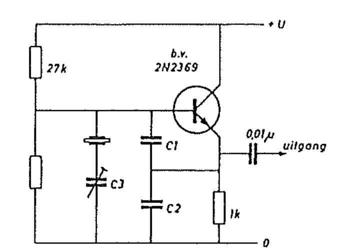
De AT-snede maakt een hoek van ongeveer 35 graden met de optische lengte-as van het basiskristal. Met deze snede kunnen kristallen worden gemaakt met resonantiefrequenties tussen de 1 en de 250 MHz. De Y-snede wordt voornamelijk toegepast bij kristallen die gebruikt worden voor het meten van temperaturen. Deze snede heeft namelijk een temperatuurscoëfficiënt die lineair is in functie van de temperatuur. Zo zal een 10 MHz kristal, gesneden volgens de Y-snede en met een basisfrequentie van 10 MHz een lineair frequentieverloop hebben van 800 Hz per graad Celsius over een breed temperatuurbereik. Het zal duidelijk zijn dat dergelijke kristallen niet geschikt zijn voor toepassing in referentiegeneratoren!

Kristalfilter Een met behulp van kwartskristallen opgebouwd afgestemd filter, dat wordt gekarakteriseerd door een zeer steile doorlaatband en hoge kwaliteitsfactor en wordt toegepast in middenfrequent versterkers in apparatuur van de betere soort.

Kristalmicrofoon Is een microfoon waarbij het gevoelig element bestaat uit een piëzoceramisch kristal, dat bij samendrukking een spanning genereert. De geluidstrillingen worden via een membraan op het kristal overgebracht. Vanwege de eigen resonantiefrequentie van het kristal is de frequentie-karakteristiek van een kristalmicrofoon alles behalve recht. Het grote voordeel van dit type is de goedkope fabricage.

Kristaloscillator Een oscillator, waarbij als terugkoppelend element een kristal wordt toegepast. De schakeling gaat oscilleren op de eigen resonan-

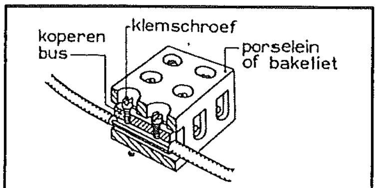
tie-frequentie van het kristal. In figuur 10-448 is een eenvoudige schakeling van een kristaloscillator getekend.
Deze schakeling is bruikbaar tussen 1 MHz en 25 MHz, waarbij het kristal in zijn parallelle modus wordt aangestuurd. De waarde van de trimmer C3 is afhankelijk van de eigenschappen van het kristal, maar met een waarde van 50 pF zal men in de meeste gevallen een werkende schakeling kunnen maken.



frequentie gebied	C1	C2
2...10MHz	220p	220p
10...20MHz	100p	100p

Figuur 10-448: Kristaloscillator.

Kroonsteen Een isolerend lichaam van kunststof, waarin busvormige aansluitklemmen met schroefjes liggen met behulp waarvan de elektrische verbindingen tussen de vaste huisbedrading en bijvoorbeeld lichtpunten tot stand komt, zie figuur 10-449.



Figuur 10-449: Kroonsteen.

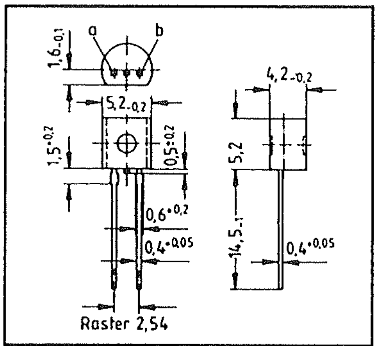
Kruipstroom Een stroom die vloeit langs het oppervlak van een isolator, bijvoorbeeld omdat de isolator nat of vuil is. Kruipstromen kunnen gevaarlijk zijn, omdat er vaak een lawine-effect optreedt. Door het vloeien van de kruipstroom worden de eigenschappen van de isolator aangetast, de weerstand neemt af, de kruipstroom neemt toe, etc.

Kruismodulatie Een soort vervorming, waarbij de amplitude van een signaal met een bepaalde frequentie f_1 wordt beïnvloedt door de amplitude van een tweede signaal met frequentie f_2, dat door dezelfde schakeling op hetzelfde moment wordt verwerkt. Kruismodulatie treedt bijvoorbeeld op als men aan een audioversterker twee signalen met ver uit elkaar liggende frequenties toevoert. Het verschijnsel ontstaat door de niet-lineaire karakteristieken van transistoren en dioden.

Kruisspoelmeter Een analoog meetinstrument, waarmee men het verschil tussen twee stromen kan meten. De meter bestaat uit een anker, dat tussen de polen van een permanente magneet kan draaien en waarop twee spoelen zijn aangebracht. Men voert de twee stromen in tegengestelde richting door de spoelen. Er ontstaan twee tegengestelde magnetische velden, het verschil-veld zal het anker tussen de polen van de permanente magneet laten verdraaien. De uitslag van de wijzer is recht evenredig met het verschil tussen de beide stromen.

K-signaal Afkorting van "Kleursignaal", het signaal dat bij het TV-systeem verantwoordelijk is voor de kleurinformatie. Dit signaal wordt op een heel ingenieuze manier verwerkt in de "gaten" van het helderheidssignaal: de harmonischen van het K-signaal vallen precies in de open ruimten tussen de harmonischen van het helderheidssignaal.

KTY-sensor Een temperatuursensor op basis van silicium, met een groot bereik en vrij rechte karakteristiek. KTY-sensoren worden voornamelijk door Philips en door Siemens op de markt gebracht en worden in de industriële elektronica vaak toegepast voor het meten van proces-temperaturen. Een van de bekendste KTY-sensoren is de KTY10, zie figuur 10-450, met een meetbereik van -50 °C tot +150 °C en een weerstandsvariatie over dit bereik van ongeveer 0,75 %/°C.

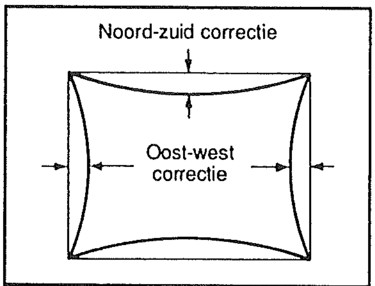


Figuur 10-450: KTY-sensor.

Kunstmatige intelligentie Een combinatie van hard- en software, waarmee "intelligente" elektronische systemen worden samengesteld. "Intelligente" tussen aanhalingstekens, omdat niemand in staat is een sluitende definitie van het begrip "intelligentie" te geven en dus niemand in staat is te bepalen wanneer een systeem intelligent is. Desondanks wordt het begrip vaak gebruikt om systemen aan te duiden die dingen kunnen, die tot voor kort alleen aan mensen waren voorbehouden, zoals tekstherkenning, spraakherkenning, handschriftherkenning, etc.

Kussenvervorming Een vervorming die ontstaat op het beeldscherm van TV-buizen als ge-

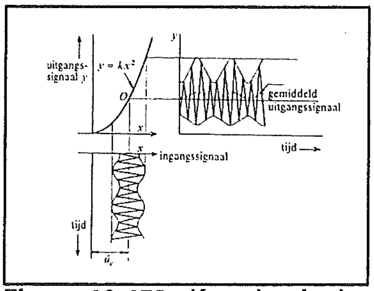
volg van het feit dat het scherm van de buis iets gekromd is. Deze kromming is noodzakelijk om de grote druk, die door de lucht op de leeg gezogen buis wordt uitgeoefend, te kunnen weerstaan. De kromming zorgt er echter voor dat de afstand van het afbuigpunt van de elektronenbundel tot alle punten van het beeldscherm niet constant is. Hierdoor ontstaat de typische beeldvervorming, die in figuur 10-451 overdreven is voorgesteld. De kussenvervorming kan worden gecompenseerd door de zogenoemde "noord-zuid correctie" en "oost-west correctie".



Figuur 10-451: Kussenvervorming.

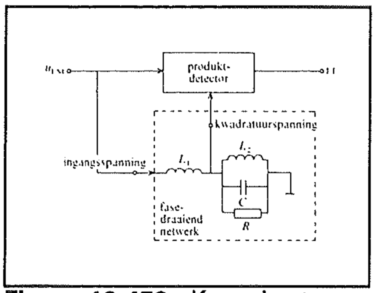
KV-diagram Zie "Karnaughmap".

Kwadratische detectie Een methode om de informatie uit een AM-signaal te halen via de kwadratische karakteristiek van een onderdeel. In figuur 10-452 is het principe getekend. Het AM-signaal wordt, gesuperponeerd op een instelspanning, aan een siliciumdiode aangeboden. Deze diode heeft een kwadratisch verlopende U/I-karakteristiek. Het gevolg is dat de stroom door de diode niet dezelfde vorm heeft als de spanning over de diode. Er ontstaat een gemiddelde stroom, waarvan het verloop recht evenredig is met het gemoduleerde signaal.



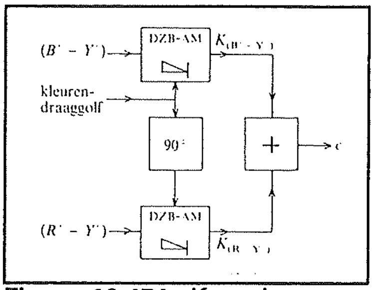
Figuur 10-452: Kwadratische detectie.

Kwadratuur-detector Een schakeling waarmee men de informatie uit een FM-signaal kan halen. Het principe is getekend in figuur 10-453. De frequentie-gemoduleerde ingangsspanning wordt aan een fasedraaiend netwerk aangeboden. Het originele FM-signaal en het in fase gedraaide signaal gaan vervolgens naar een product-detector. Men kan nu wiskundig aantonen dat in het uitgangssignaal van deze schakeling een signaal aanwezig is, waarvan de amplitude recht evenredig varieert met de frequentie-afwijking van het FM-signaal.



Figuur 10-453: Kwadratuurdetector.

Kwadratuur-modulatie Het systeem dat bij KTV wordt toegepast om het chrominantiesignaal (kleursignaal) samen te stellen uit de twee kleurverschilsignalen B'-Y en R'-Y en de kleurendraaggolf. Het blokschema van een kwadratuurmodulator is getekend in figuur 10-454.



Figuur 10-454: Kwadratuurmodulatie.

Kwaliteitsfactor Een LC-kring kan oscilleren op een bepaalde frequentie, doordat er voortdurend uitwisseling plaats vindt tussen elektrische energie in de condensator en magnetische energie in de spoel. Het systeem werkt uiteraard niet verliesvrij, waardoor zonder externe maatregelen de trilling zou uitsterven. De mate van energieverlies wordt uitgedrukt door de kwaliteitsfactor Q van de LC-kring. De kwaliteitsfactor bepaalt in hoge mate het gedrag van de kring, zo is de resonantie-curve onder andere afhankelijk van de Q-factor van de kring.

Kwantiseren Het omzetten van de momentele waarde van een analoog signaal in een digitale code, waarvan het "gewicht" recht evenredig is met de momentele waarde van het signaal. Kwantiseren is een steeds belangrijk wordende techniek: geluid, muziek, foto's, tekeningen en video worden steeds vaker digitaal verwerkt en verstuurd en de in principe analoge gegevens van deze bronnen moeten dus eerst gekwantiseerd worden. De belangrijkste kenmerken van het proces van kwantiseren zijn:
- de woordlengte;
- de resolutie;
- het dynamische bereik;
- de kwantiseringsfrequentie;
- de kwantiseringsruis.

Met *woordlengte* wordt het aantal bits gedefinieerd dat gebruikt wordt om het analoog signaal om te zetten in een digitale code. Werkt men met een systeem met acht bits (een vaak gebruikte standaard) dan spreekt men van een woordlengte van 8 bit. De *resolutie* van een ADC geeft aan in hoeveel kwantiseringszônes men het analoog signaal na digitalisatie kan onderbrengen. Het zal duidelijk zijn dat een systeem met een woordlengte van 1 bit een resolutie heeft van 2. De resolutie kan berekend worden door het cijfer 2 te verheffen tot de macht van het aantal bits. Een systeem met een woordlengte van 16 bit heeft dus een resolutie van 2^{16} = 65.536. Met een dergelijk systeem kan men de momentele waarde van de analoge spanning onderbrengen in 65.536 kwantiseringszônes. Het *dynamische bereik* geeft de logaritmische verhouding weer tussen de minimale en de maximale signaalverandering die het proces in het analoog signaal kan veroorzaken. De maximale signaalverandering ontstaat als alle bits opeens omschakelen van "L" naar "H". De minimale signaalverandering ontstaat als alleen het LSB omschakelt van "L" naar "H". Het zal duidelijk zijn dat het dynamische bereik toeneemt naarmate er meer bits bij de omzetting betrokken zijn. Hoe groter de woordlengte, hoe groter het dynamische bereik! Het dynamische bereik wordt uitgedrukt in dB en wordt ook wel eens de signaal-ruis verhouding van het systeem genoemd. Bij het kwantiseren van unipolaire signalen, zoals video, is het dynamische bereik gelijk aan:

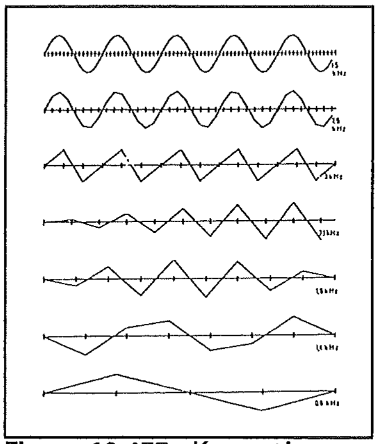
$D = 6 \cdot n + 10{,}8$ (dB)

Bij het kwantiseren van sinusvormige signalen (audio) geldt:

$D = 6 \cdot n + 1{,}8$ (dB)

Hierin staat n voor de woordlengte van de kwantisatie.

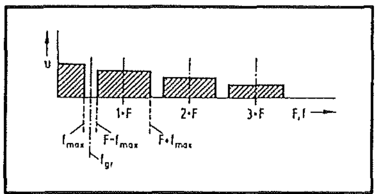
De *kwantiseringsfrequentie* bepaalt hoeveel samples er per seconde van de analoge ingangsspanning worden genomen en hoeveel verschillende digitale codes er op de uitgang van de ADC per seconde zullen ontstaan. Een belangrijke vraag daarbij is hoeveel monsters er per seconde genomen moeten worden. Het zal wel duidelijk zijn dat de kwaliteit van het systeem verbetert naarmate er meer monsters genomen worden. Vandaar dat men alleen geïnteresseerd is in de vraag hoe weinig monsters er genomen kunnen worden om er toch nog zeker van te zijn dat de digitale codes later weer omgezet kunnen worden in een analoog signaal dat gelijkt op het analoog signaal dat gekwantiseerd wordt. Wiskundig kan berekend worden dat de kwantiseringsfrequentie minstens twee maal zo groot moet zijn als de hoogste frequentie in het analoog signaal. Deze algemene wet staat bekend als het "sampling theorema". Sampelt men met een lagere frequentie, dan is het absoluut onmogelijk om de vorm van het originele analoog signaal uit de opeenvolgende digitale samples terug te winnen. In figuur 10-455 wordt een sinusvormige analoge spanning met een frequentie van 15 kHz gesampeld met frequenties die steeds kleiner worden. Als men nadien de opeenvolgende digitale codes met een DAC omzet in een analoge spanning ontstaat een signaal dat een stapvormige benadering van het sinussignaal zou moeten zijn. Dat klopt nog vrij aardig als men sampled met een frequentie van 7,5 kHz. Maar naarmate de kwantiseringsfrequentie steeds lager wordt zal het herwonnen analoog signaal steeds minder op de originele sinus gaan lijken. Bij zeer lage frequenties is het herwonnen signaal zelfs niet eens meer als sinus herkenbaar, maar wordt het een driehoek!



Figuur 10-455: Kwantiseren (1).

Het uit een kwantisering herwonnen analoog signaal zal een trapvormige benadering van het originele signaal zijn. Deze trapvormige benadering introduceert een vervorming in het analoog signaal, de *kwantiseringsruis.* Het zal duidelijk zijn dat deze vervorming herleid kan worden tot signalen met hoge frequenties, die gemengd zijn met het basis analoog signaal. Vandaar dat dit verschijnsel zich uit onder de vorm van hoogfrequente ruis. Als men het frequentiespectrum van een herwonnen analoog signaal zou opmeten, ontstaat het beeld van figuur 10-456. Hierbij is F de basisfrequentie van het analoog signaal. Het frequentiespectrum bestaat uit zijbanden rond ie-

dere hogere harmonische van de grondfrequentie. Er ontstaan dus zijbanden rond F, rond 2*F, 3*F, etc. De amplitude van deze hogere harmonischen neemt wel af naarmate de frequentie ervan stijgt.



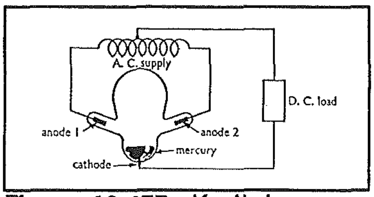
Figuur 10-456: Kwantiseren (2).

Kwantiseringsruis De vervorming die ontstaat als men een gekwantiseerd analoog signaal nadien weer omzet in een analoog signaal, zie ook kwantiseren.

Kwarts Een van de belangrijkste grondstoffen voor het fabriceren van kristallen, zie aldaar.

Kwartstijdbasis Een schakeling waarmee signalen met zeer nauwkeurige frequenties kunnen worden opgewekt. Een kwartstijdbasis is samengesteld uit een (vaak in een thermostatisch geregelde oven opgestelde) kristaloscillator en een aantal digitale frequentiedelers, die de ene uitgangsfrequentie van de oscillator omzetten in een hele reeks signalen met frequenties die dezelfde nauwkeurigheid hebben als het signaal van het kristal.

Kwikdampgelijkrichter Een gelijkrichtbuis, die gebruikt wordt voor het gelijkrichten van zeer hoge spanningen of zeer grote stroomsterkten, men moet dan denken aan duizenden Volt en/of Ampère. De kwikdampgelijkrichter bestaat, zie figuur 10-457, uit een glazen buis, waarin op de bodem een plas kwik aanwezig is. De buis is vacuüm gezogen, door de lage dampspanning zal een deel van het kwik verdampen en de buis vullen. In de kwikplas is de kathode aangebracht, in een of twee armen van de buis de anoden. Legt men een wisselspanning aan tussen de kathode en de anode(n), dan zal het kwikgas in de buis ioniseren. Hierdoor gaan elektronen van de kathode naar de anode(n), op het moment dat de kathode negatiever is dan de anode(n). Er vloeit dus in één richting stroom door de buis, zodat er sprake is van gelijkrichting.



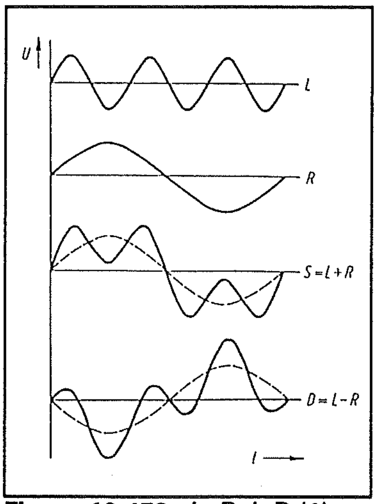
Figuur 10-457: Kwikdampgelijkrichter.

L

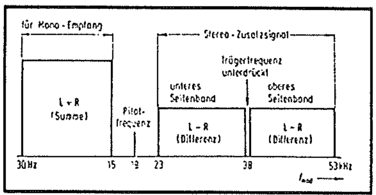
l Symbool voor de eenheid van afstand, met als eenheid de meter (m).

L Symbool voor inductantie, zie aldaar.

L+R, L-R De som en de verschilsignalen van een stereosignaal. Deze techniek wordt toegepast bij het uitzenden van stereo-signalen via een FM-zender. Het L+R signaal is de optelsom van het linker en rechter kanaal. Het L-R signaal is het verschilsignaal van links en rechts. Bij stereo-modulatie worden de twee stereosignalen L en R op een dusdanige manier op de draaggolf gemoduleerd dat deze signalen in de demodulator weer uit het gecombineerde signaal terug te winnen zijn. Maar bovendien is deze modulatie zo uitgevoerd dat het ook eenvoudig mogelijk is het somsignaal (L+R) te herwinnen. Op deze manier kan een stereo-signaal gedemoduleerd worden in een mono-ontvanger (demodulatie van L+R) en in een stereo-ontvanger (demodulatie van L+R én L-R). Eerst wordt de bandbreedte van de signalen L en R door middel van zeer scherpe filters begrensd tot 15 kHz aan de hoge kant en tot 30 Hz aan de lage kant. Dat is noodzakelijk omdat anders de bandbreedte van het volledig gemoduleerde signaal veel te groot zou worden. In de modulator worden nadien de originele geluidsignalen L en R omgezet in twee hulpsignalen, die gelijk zijn aan (L-R) en aan (L+R), zie figuur 10-458. Het somsignaal (L+R) ontstaat door het linker en rechter signaal algebraïsch bij elkaar op te tellen. Daarvoor kan een eenvoudige mengschakeling gebruikt worden. Het verschilsignaal (L-R) ontstaat door eerst één van de signalen 180° in fase te draaien en dit signaal nadien op dezelfde manier bij het andere op te tellen. Het frequentiespectrum van het volledige modulatiesignaal is voorgesteld in figuur 10-459. Het (L-R) signaal wordt in amplitude gemoduleerd op een draaggolf met een frequentie van 38 kHz. Er ontstaan dan twee zijbanden die symmetrisch liggen rond de draaggolf. Dat is een algemene eigenschap van amplitude modulatie. Nadien gaat dit AM-signaal door een zeer smalbandig bandsper filter dat afgestemd is op 38 kHz. Dit filter verwijdert de draaggolf uit het gemoduleerde signaal. Er blijven dus alleen de twee (L-R) zijbanden over. Waarom dat noodzakelijk is, is niet zo eenvoudig te verklaren. Het heeft iets te maken met het uitsturingsbereik van de zender. De twee zijbanden bestrijken frequentiegebieden van respectievelijk 23 kHz tot 37,97 kHz en van 38,03 kHz tot 53 kHz. Uit deze cijfers blijkt duidelijk hoe steil het bandsper filter moet zijn!



Figuur 10-458: L+R, L-R (1).



Figuur 10-459: L+R, L-R (2).

Het somsignaal (L+R) en het verschilsignaal (L-R) ontstaan door mengen en aftrekken van beide stereo-signalen L en R. De twee zijbanden worden opgeteld bij het somsignaal (L+R). Dat bestrijkt het frequentiespectrum van 30 Hz tot 15 kHz. Tussen beide signalen is dus een "gat" in het frequentiespectrum aanwezig dat zich uitstrekt van 15 kHz tot 23 kHz. Tot slot wordt er in het genoemde "gat" nog een sinusoidaal signaaltje met een frequentie van 19 kHz geplaatst. De frequentie van dit signaal is de helft van de frequentie van de onderdrukte draaggolf van 38 kHz. Dit signaal is in de stereo-demodulator noodzakelijk voor het herwinnen van de draaggolf. Dit 19 kHz signaal noemt men de piloottoon. Behalve voor het herwinnen van de draaggolf wordt dit signaaltje ook nog gebruikt om de gebruiker te melden dat er een stereo-gemoduleerd signaal wordt ontvangen.

De vier signalen, te weten:

- het (L+R)-signaal;
- de piloottoon van 19 kHz;
- de onderste zijband van het (L-R)- signaal;
- de bovenste zijband van het (L-R)-signaal;

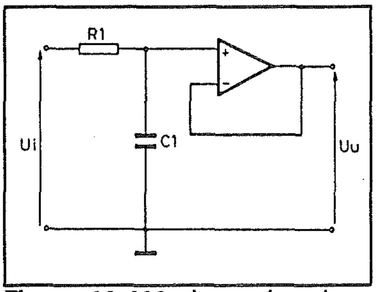
worden met elkaar gemengd en in frequentie gemoduleerd op een HF-draaggolf. Dit volledige signaal wordt ook wel eens het multiplex-signaal, afgekort tot Mx, genoemd. Het volledige stereo-signaal heeft dus een bandbreedte van 30 Hz

tot 53 kHz en is daarmee heel wat breedbandiger dan een normaal mono-signaal! Vandaar dat er aan de ontvangstzijde heel hoge eisen worden gesteld aan de bandbreedte van de middenfrequentversterker.

L1-cache Het eerste deel van een snel tussengeheugen, dat hiërarchisch het dichtst bij de processor ligt. In dit geheugen worden de onder handen zijnde instructies en gegevens opgenomen. De clock-frequentie van dit cache-geheugen is veel hoger dan deze van het systeemgeheugen, waardoor de bewerkingen veel sneller worden uitgevoerd. Bij moderne processoren is de L1-cache in de behuizing van de processor ingebouwd en werkt soms op dezelfde clock-snelheid als de processor.

L2-cache Een tweede deel van het snel tussengeheugen, dat tussen het systeemgeheugen van een PC en de processor is opgenomen. De L2-cache is op het moederbord aanwezig en is meestal tien tot vijftig keer groter dan de L1-cache. Het geheugen bestaat uit supersnelle SRAM geheugenchip's, die veel sneller kunnen werken dan de dynamische RAM's van het systeemgeheugen. De L2-cache neemt de gegevens van de L1-cache over en zorgt er samen met de cache-controller voor dat de gegevens op de juiste adressen in het systeemgeheugen terecht komen. Ondertussen kan de processor en de L1-cache verder gaan met het verwerken van gegevens.

Laagdoorlaat filter Een filter dat alleen frequenties onder een bepaalde waarde doorlaat en alle frequenties boven deze drempel in min of meerdere mate verzwakt. Alle analoge filters voor het laagfrequent gebied werken volgens een en hetzelfde principe. Deze filters bestaan uit een combinatie van weerstanden en condensatoren. Condensatoren hebben een impedantie die afhankelijk is van de signaalfrequentie. Voor een frequentie van 0 Hz, dus voor gelijkspanning, hebben condensatoren een oneindig hoge impedantie. Voor een oneindig hoge frequentie hebben deze onderdelen een impedantie van 0 Ω. Dank zij deze eigenschap kan men aan een filter de gewenste frequentieafhankelijke eigenschappen geven. Het basisschema van een laagdoorlaat filter van de eerste orde zonder versterking is getekend in figuur 10-460. De schakeling bestaat uit een passief RC-netwerk, afgesloten met een als spanningsvolger geschakelde operationele versterker. De spanningsversterking in de doorlaatband van het filter bedraagt 1. Nadien zal het filter met 6 dB/octaaf verzwakken. Bij de frequentie f_0 bedraagt de verzwakking 3 dB.

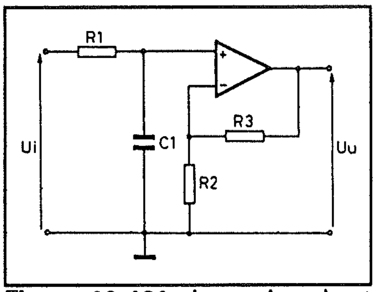


Figuur 10-460: Laagdoorlaat filter (1).

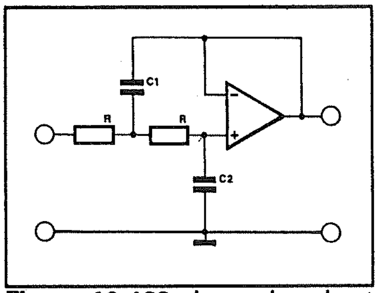
De werking van de schakeling is gemakkelijk te verklaren. Bij lage frequenties heeft de condensator een zeer hoge impedantie en kan verwaarloosd worden. De schakeling werkt dan als bufferversterker. Naarmate de frequentie stijgt zal de impedantie van de condensator een rol gaan spelen. Er ontstaat een spanningsdeler, gevormd door de vaste impedantie van de weerstand en de variabele impedantie van de condensator. Naarmate de frequentie stijgt zal een steeds groter deel van de ingangsspanning over de weerstand vallen en een steeds kleiner deel over de condensator. De schakeling gaat dus frequentie-selectief verzwakken. Het zal duidelijk zijn dat een dergelijk filter geen goede eigenschappen heeft en in de praktijk niet vaak gebruikt zal worden. Het basisschema van figuur 10-460 kan uitgebreid worden tot het schema dat in figuur 10-461 wordt voorgesteld. De operationele versterker is nu geschakeld als niet-inverterende spanningsversterker. De versterkingsfactor wordt bepaald door de verhouding tussen de weerstanden R2 en R3. Heel wat interessanter is het basisschema van een laagdoorlaat filter van de tweede orde, getekend in figuur 10-462. Er zijn nu twee RC-netwerken aanwezig, waarvan het tweede wordt opgenomen in de terugkoppeling van de operationele versterker. De werking is als volgt. Bij lage frequenties hebben de condensatoren zeer hoge impedanties en kunnen verwaarloosd worden. Het schema herleidt zich dan tot een bufferversterker, waarbij de twee weerstanden in serie met de ingang zijn opgenomen. Omdat echter de ingang van de operationele versterker een zeer hoge impedantie heeft, zal over deze weerstanden geen spanning vallen. De versterking van de schakeling is gelijk aan 1. Naarmate de frequentie stijgt zal de impedantie van de condensatoren steeds kleiner worden. Er ontstaat een terugkoppeling

van de uitgang naar de ingang via condensator C1. Condensator C2 vormt weer de spanningsdeler van het eerste orde filter. Het gevolg van deze dubbele werking is dat het filter na de afsnijfrequentie met 12 dB/octaaf gaat verzwakken. In de meeste gevallen worden aan de twee weerstanden identieke waarden gegeven. De karakteristieken van het filter rond de afsnijfrequentie f_0 zijn afhankelijk van de verhouding tussen de twee condensatoren. Deze eigenschap wordt uitgedrukt door de kwaliteitsfactor Q van het filter. Voor de beschreven schakeling kan men deze factor berekenen met de uitdrukking:

$Q = 0{,}5 * \sqrt{C1/C2}$



Figuur 10-461: Laagdoorlaat filter (2).



Figuur 10-462: Laagdoorlaat filter (3).

Het zal duidelijk zijn dat men het filterschema zonder versterking van figuur 10-462 weer op een heel eenvoudige manier kan ombouwen tot een schakeling mét signaalversterking.

Laagdoorlaat filters van de derde, vierde, vijfde, etc. orde ontstaan door eerste en tweede orde filters achter elkaar te schakelen. Zo is een derde orde filter (18 dB/octaaf) samen te stellen uit de reeds bekende schakelingen van het eerste en tweede orde filter. Op een identieke manier kan een vijfde orde filter ontworpen worden door twee filters van respectievelijk de tweede en de derde orde achter elkaar te schakelen. Een dergelijk filter heeft een steilheid van 30 dB/octaaf en dat is heel wat!

Laagfrequent Afkorting LF. Bij radio-toepassingen alle frequenties tussen 30 kHz en 300 kHz, overeen komend met golflengten tussen 10^4 m en 10^3 m. Bij audio-toepassingen alle frequenties in de hoorbare band van 20 Hz tot 20 kHz.

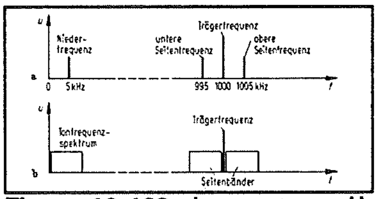
Laagfrequent compensatie Een speciale schakeling die in audio- of video-versterkers de versterking van de laagste frequenties uit de weergave-band versterkt. Wordt ook wel "bass-boost" genoemd.

Laagfrequent versterker In het algemeen een spanningsversterker die alle signalen met frequenties tussen 20 Hz en 20 kHz even veel versterkt. LF-versterkers worden gebruikt als voor- of eindversterkers bij de elektronische verwerking en reproductie van geluid.

Laag niveau De term waarmee de laagste spanning wordt aangeduid in een binair werkend systeem, een systeem dat slechts twee spanningsniveaus kent. Bij de gebruikelijke TTL-schakelingen ligt het laag niveau tussen 0,0 V en +0,4 V.

Laagspanning In de elektrotechniek alle spanningen die kleiner zijn dan 500 V ten opzichte van het aard-potentiaal. De laagspanning wordt nog eens ingedeeld in ***ongevaarlijke*** laagspanning, met een maximale waarde van 24 V en de ***gevaarlijke*** laagspanning die ligt tussen 42 V en 500 V.

Laagste zijband Bij amplitudemodulatie alle frequenties die liggen tussen de draaggolf frequentie f_c en het verschil f_c-f_m, waarbij f_m gelijk is aan de waarde van de te moduleren frequentie. In figuur 10-463 is het frequentiespectrum getekend van een AM-modulatie op een draaggolf van 1 MHz, boven als het signaal uit slechts één frequentie van 5 kHz bestaat, onder als het signaal "echt" is, bijvoorbeeld muziek met een bandbreedte van 20 Hz tot 15 kHz. In het bovenste geval beperkt de laagste zijband zich tot een signaal met een frequentie van 995 kHz. In het onderste geval beslaat de laagste zijband een gebied tussen 985 kHz en 999,8 kHz.



Figuur 10-463: Laagste zijband.

Label Merk, symbolisch adres, identiteitskaart. Een symbolische groep van karakters die een gebied in het geheugen, een hoeveelheid gegevens of een record identificeert. Een naam die wordt gekoppeld aan een programma-instructie en waarmee algemene of locale parameters aan deze instructie kunnen worden meegegeven.

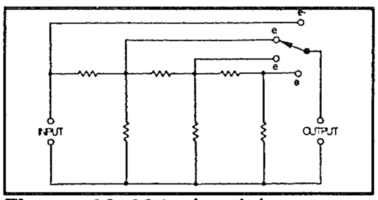
Labelrecord Een groep karakters die een reeks gegevens identificeert die zijn opgenomen op een magnetische tape.

Labyrinth luidspreker Een luidsprekerbehuizing met acoustische versterking waarin een gevouwen acoustische pijp is opgenomen en wel zo dat het interne van de behuizing op een labyrinth lijkt. De lengte van de gevouwen pijp is gelijk aan de halve golflengte van het frequentiegebied dat versterkt moet worden.

LADER Afkorting van "LAser DopplEr Radar". Een systeem om snelheden te meten via een LASER, waarbij wordt gewerkt met het doppler-principe. Een voorwerp dat in beweging is zal de golflengte van teruggekaatste straling wijzigen, afhankelijk van de snelheid en de bewegingsrichting. Uit het verschil in golflengte tussen het door de LASER uitgezonden licht en het door het voorwerp teruggekaatste licht kan men de snelheid en bewegingsrichting van het voorwerp berekenen.

Ladder-diagram Een methode voor het programmeren van PLC's, programmeerbare logische controle-blokken, die steeds vaker in de industrie worden gebruikt voor het automatiseren van processen.

Ladder-netwerk Een passief netwerk, opgebouwd uit weerstand-segmenten onder de vorm van L-netwerken. Hierdoor lijkt de vorm enigszins op deze van een ladder, zie figuur 10-464. In de meeste gevallen worden ladder-netwerken gebruikt voor het samenstellen van passieve verzwakkers.



Figuur 10-464: Ladder-netwerk.

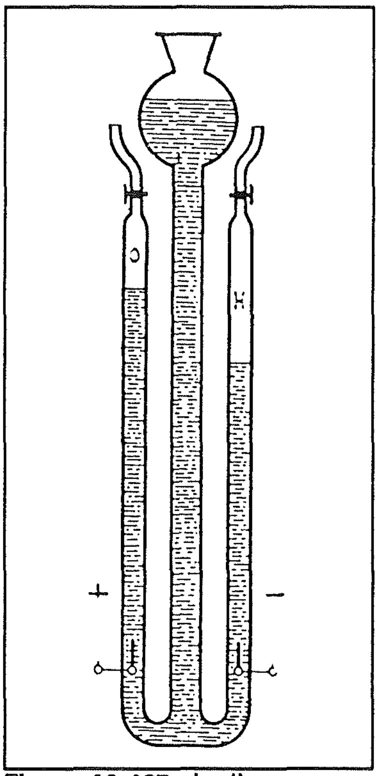
Laden Invoeren en inlezen van gegevens en programma's in het geheugen van een computer. Daarnaast gebruikt men het woord "laden" natuurlijk ook voor het opslaan van elektrische lading in accumulatoren.

Lading De opgeslagen hoeveelheid elektrische energie in een systeem. Op de vraag, wat elektrische lading nu in feite is, bestaat geen écht antwoord. Men stelt vast dat het een fundamentele eigenschap van de natuur is en dat sommige bouwstenen van de materie, zoals elektronen en protonen die eigenschap bezitten. Andere fundamentele bouwstenen, zoals neutronen, hebben die eigenschap niet. Omdat men kan berekenen dat de totale lading in het heelal gelijk aan nul moet zijn, is het logisch dat er positieve en negatieve ladingen bestaan. Het was de Amerikaan Benjamin Franklin die in het jaar 1747 het begrip "elektrische lading" en de deelbegrippen "positief" en "negatief" invoerde. Tegengestelde elektrische ladingen trekken elkaar aan, gelijke ladingen stoten elkaar af. Het symbool van elektrische lading, de afkorting die in wiskundige formules wordt gebruikt voor het aanduiden van deze lading, is Q. De eenheid van lading is de Coulomb, afgekort tot C. Deze naam werd gekozen ter ere van de wetenschapper Charles Coulomb, die in het jaar 1788 zijn "Wet van Coulomb" opstelde, waarmee de aantrekkingskracht die twee ladingen op elkaar uitoefenen wiskundig werd beschreven. De Coulomb is geen fundamentele grootheid en kan in het MKS-stelsel ook worden uitgedrukt als As, Ampère maal seconde. De relatie is eenvoudig:

1 C = 1 As.

Uiteraard moet exact worden gedefinieerd hoe groot 1 C is, of met andere woorden, met hoeveel lading de eenheid overeen komt. Deze definitie werd lang geleden vastgesteld en wel met behulp van de elektrochemie. Er zijn in de loop der tijden twee verschillende definities van de eenheid Coulomb in zwang gekomen, waarbij de "methode der waterstof vrijgave" de meest gebruikelijke is. Dit experiment wordt beschreven aan de hand van figuur 10-465. In een zogenoemde Volta-meter, een glazen apparaat bestaande uit drie holle buizen die met aangezuurd water worden gevuld, zitten in de twee buitenste buizen elektroden. De twee kraantjes, aan de bovenzijde van de buitenste buizen, kunnen worden geopend zodat deze buizen zich volledig met water vullen. Nadien worden de kraantjes gesloten. Als men nu tussen de elektroden een gelijkspanning legt zal men vaststellen dat er een stroom door het water gaat vloeien. Die stroom bestaat natuurlijk uit vrije elektronen, die elektrochemische reacties aangaan met de watermoleculen H_2O. In de buis die met de positieve pool van de batterij is verbonden, stelt men vast dat er zuurstofgas belletjes rond de elektrode ontstaan. In de tweede buis, verbonden met de negatieve pool, ontstaan waterstofgas belletjes rond de elektrode. Als de gasbelletjes groot genoeg zijn stijgen zij op en verdringen het water. Na enige tijd stelt men vast dat er heel precies twee keer meer waterstofgas H wordt gevormd dan zuurstofgas O. Aan de hand van deze waarnemingen heeft men de grootte van één Coulomb be-

paald als de hoeveelheid lading, die noodzakelijk is om 0,0104 mg waterstofgas te laten ontstaan. Omdat men het volume van de buis weet en het soortgelijk gewicht van waterstof kan men het gewicht bepalen aan de hand van de lengte van de waterstofgas kolom H in de buis.



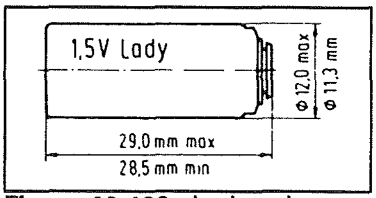
Figuur 10-465: Lading.

Nu is 1 C een immense hoeveelheid lading. Als bijvoorbeeld twee puntladingen die respectievelijk +1 C en -1 C groot zijn op een onderlinge afstand van één meter zouden worden geplaatst, dan zouden deze twee ladingen elkaar aantrekken met een kracht van ongeveer één miljoen ton. In de praktijk zal dus steeds gewerkt worden met mC en zelfs µC.
Volgens de klassieke mechanica zijn het elektron, het proton en het neutron de fundamentele bouwstenen van de materie, dat wil zeggen dat zij niet verder gedeeld kunnen worden. De quantummechanica heeft geleerd dat dit absoluut niet het geval is, maar voor het beschrijven van fundamentele elektrische en chemische verschijnselen doet dat niets ter zake. Nu hebben elektronen en protonen lading en het ligt dus voor de hand om in de klassieke mechanica aan te nemen dat de lading van één elektron en één proton de meest fundamentele lading is die bestaat. De vraag is dan natuurlijk hoe groot deze lading is.
De wetenschapper Millikan slaagde er in deze lading te meten en stelde vast dat de fundamentele lading gelijk is aan $1{,}60218 \cdot 10^{-19}$ C. Dit wil dus zeggen dat er ergens een lading van 1 C aanwezig is als er op die plaats niet minder dan 6.290.000.000.000.000.000 elektronen te veel of te weinig zijn! De fundamentele lading van een elektron wordt voorgesteld door het symbool -e.

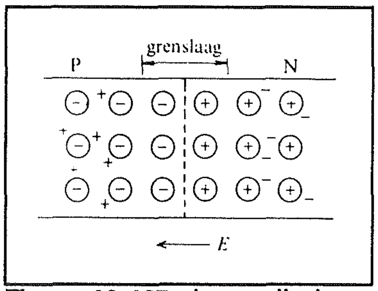
Ladingscontrole Systemen die in staat zijn de ladingstoestand van een accumulator te controleren, zodat de gebruiker/ster in staat is te beslissen of de accu al dan niet bijgeladen moet worden.

Ladingsdragers Deeltjes in metalen of halfgeleiders, die het transport van elektrische lading verzorgen. Dit kunnen vrije elektronen zijn, negatieve of positieve ionen en de zogenoemde "gaten" in halfgeleiders. Vrije elektronen zijn verantwoordelijk voor het transport van elektrische energie in geleiders. Ionen doen hetzelfde bij elektro-chemische processen (accu's en cellen). Gaten en elektronen zijn verantwoordelijk voor het ladingstransport in halfgeleiders.

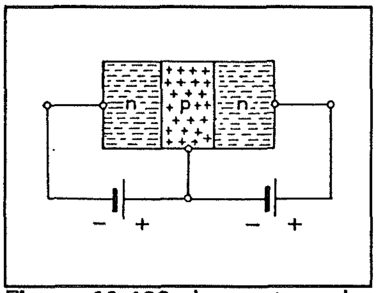
Lady-cel Een bepaalde uitvoering van een alkali-mangaan cel, zie figuur 10-466, met een klemspanning van 1,5 V en een capaciteit van 580 mAh.



Figuur 10-466: Lady-cel.



Figuur 10-467: Lagendiode.



Figuur 10-468: Lagentransistor.

Lagendiode Een halfgeleider, die is samengesteld uit twee lagen verontreinigde halfgeleiders, P en N, en die in innig contact met elkaar worden gebracht, zie figuur 10-467. In de grenslaag die op deze manier wordt gevormd, ontstaan de halfgeleidende effecten van de diode.

Lagentransistor Een transistor die is samengesteld uit drie lagen verontreinigde halfgeleider, bijvoorbeeld N-P-N.

AD Andorra
AE Verenigde Arabische Emir.
AF Afghanistan
AG Antigua en Barbuda
AI Anguilla
AL Albanië
AM Armenië
AN Nederlandse Antillen
AO Angola
AQ Antarctica
AR Argentinië
AS Amerikaans Samoa
AT Oostenrijk
AU Australië
AW Aruba
AZ Azerbaijan
BA Bosnië en Herzegovina
BB Barbados
BD Bangladesh
BE België
BF Burkina Faso
BG Bulgarië
BH Bahrain
BI Burundi
BJ Benin
BM Bermuda
BN Brunei Daressalam
BO Bolivië
BR Brazillië
BS Bahama Eilanden
BT Bhutan
BV Bouvet Eilanden
BW Botswana
BY Belarus
BZ Belize
CA Canada
CC Cocos Eilanden
CD Democratische Rep. Congo
CF Centraal Afrikaanse Rep.
CG Congo Brazaville
CH Zwitzerland
CI Ivoorkust
CK Cook Eilanden
CL Chili
CM Cameroen
CN China
CO Colombia
CR Costa Rica
CS ex Tsjechoslowakije
CU Cuba
CV Kaapverdische Eilanden
CX Christmas Eiland
CY Cyprus
CZ Tsjechische Republiek
DE Duitsland
DJ Djibouti
DK Denemarken
DM Dominica
DO Dominicaanse Republiek
DZ Algerijë
EC Ecuador
EE Estonië
EG Egypte
EH Westerse Sahara
ER Eritrea
ES Spanje
ET Ethiopië
EU Europese Unie
FI Finland
FJ Fiji Eilanden
FK Falkland Eilanden (Malvinas)
FM Micronesië
FO Faroe Eilanden
FR Frankrijk
FX Frankrijk, Europese gebieden
GA Gabon
GB Groot Britannië
GD Grenada
GE Georgië
GF Frans Guiana
GG Kanaal Eilanden
GH Ghana
GI Gibraltar
GL Groenland
GM Gambië
GN Guinea
GP Guadeloupe
GQ Equatoriaal Guinea
GR Griekenland
GS Zuid Georgië
GT Guatemala
GU Guam
GW Guinea-Bissau
GY Guyana
HK Hong Kong
HM Heard en McDonald Eilanden
HN Honduras
HR Croatië (Hrvatska)
HT Haiti
HU Hongarije
ID Indonesië
IE Ierland
IL Israel
IM Eiland van Man
IN India
IO British Indian Ocean Territory
IQ Irak
IR Iran
IS IJsland
IT Italië
JE Jersey
JM Jamaica
JO Jordanië
JP Japan
KE Kenya
KG Kyrgyzstan
KH Cambodia
KI Kiribati
KM Comoros
KN Saint Kitts en Nevis Anguilla
KP Noord Korea
KR Zuid Korea
KW Kuwait
KY Kaaiman Eilanden
KZ Kazakhstan
LA Laos
LB Libanon
LC Sint Lucië
LI Liechtenstein
LK Sri Lanka
LR Liberië
LS Lesotho
LT Lithuanië
LU Luxemburg
LV Latvië
LY Lybië
MA Morocco
MC Monaco
MD Moldova
MG Madagascar
MH Marshall Eilanden
MK Macedonië
ML Mali
MM Myanmar
MN Mongolië
MO Macau
MP Mariana Eilanden
MQ Martinique
MR Mauritanië
MS Montserrat
MT Malta
MU Mauritius
MV Maldivië
MW Malawi
MX Mexico
MY Malaysië
MZ Mozambique
NA Namibië
NC Nieuw Caledonië
NE Niger
NF Norfolk Eiland
NG Nigeria
NI Nicaragua
NL Nederland
NO Noorwegen
NP Nepal
NR Nauru
NT Neutrale Zone (?)
NU Niue
NZ Nieuw Zeeland
OM Oman
PA Panama
PE Peru
PF Frans Polynesië
PG Papua Nieuw Guinea
PH Philippines
PK Pakistan
PL Polen
PM Sint Pierre en Miquelon
PN Pitcairn Eiland
PR Puerto Rico
PT Portugal
PW Palau
PY Paraguay
QA Qatar
RE Reunion
RO Roemenië
RU Russische Federatie
RW Rwena
SA Saudi Arabië
SB Solomon Eilanden
SC Seychelles
SD Sudan
SE Zweden
SG Singapore
SH Sint Helena
SI Slovenië
SJ Svalbard en Jan Mayen Eiland.
SK Slovaakse Republiek
SL Sierra Leone
SM San Marino
SN Senegal
SO Somalië
SR Suriname
ST Sao Tome en Principe
SU ex USSR
SV El Salvador
SY Syrië
SZ Swaziland
TC Turkse en Caicos Eilanden
TD Chad
TF Franse Zuidelijke Gebieden
TG Togo
TH Thailand
TJ Tadjikistan
TK Tokelau
TM Turkmenistan
TN Tunesië
TO Tonga
TP Oost Timor
TR Turkije
TT Trinidad en Tobago
TV Tuvalu
TW Taiwan
TZ Tanzanië
UA Ukraine
UG Ugena
UK Verenigd Koninkrijk
UM Minor Outlying Eilanden
US Verenigde Staten van Amerika
UY Uruguay
UZ Uzbekistan
VA Vaticaan Stad
VC Sint Vincent en de Grenadines
VE Venezuela
VG Maagden Eilanden (Brits)
VI Maagden Eilanden (U.S.A.)
VN Vietnam
VU Vanuatu
WF Wallis en Futuna Eilanden
WS Samoa
YE Yemen
YT Mayotte
YU Yugoslavië
ZA Zuid Afrika
ZD Congolese Republiek
ZM Zambia
ZR ex Zaire
ZW Zimbabwe

Figuur 10-469: Landen-codes.

De drie lagen worden innig in contact gebracht, met als gevolg dat er twee grenslagen ontstaan, zie figuur 10-468. De halfgeleidende eigenschappen van deze grenslagen zijn de basis van de transistor-werking.

Lakdraad Koperdraad voorzien van een zeer dunne isolerende laag op basis van drogende oliën. Lakdraad wordt gebruikt voor het maken van de wikkelingen van transformatoren, ballasten en spoelen.

Lambert Een verouderde eenheid voor lichtsterkte.
1 L = 3.183,098862 cd/m^2.

Lamel In het algemeen een lichaam waarvan de lengte- en breedte-afmetingen groot zijn ten opzichte van de dikte. In de elektronica worden lamellen toegepast voor het samenstellen van de kernen van transformatoren en smoorspoelen, de zogenoemde blikpakketten.

Lamineren Eerste betekenis: het bedekken van het oppervlak van een geleidende plaat met een dunne kunststof bekleding. Tweede betekenis: het vormen van een dik voorwerp uit verschillende dunne lagen van hetzelfde materiaal.

Lampdriver Een speciaal IC dat ontwikkeld is voor het aansturen van een gloeilamp.

Lampkin oscillator Een afleiding van de Hartley oscillator, waarbij extreme aandacht wordt besteed aan de impedantie-koppeling tussen het primaire en secundaire circuit.

LAN Letterwoord voor "Local Area Network", zie aldaar.

Landen-codes Een internationaal gestandaardiseerde code, waarbij alle zelfstandige naties op deze wereld een tweeletter code krijgen. Deze code wordt onder meer gebruikt in de URL's van Internet-adressen. In figuur 10-469 is een overzicht gegeven van deze code.

Land De dunne vinyl "dijk" tussen de groeven van een langspeelplaat.

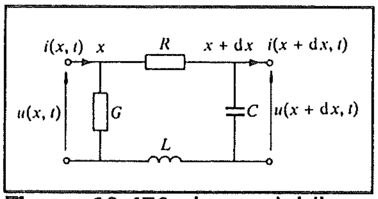
Lange golven Een frequentiegebied dat wordt gebruikt bij radio-uitzendingen met amplitude modulatie, met een bereik van 30 kHz tot 300 kHz.

Lange leiding Een ander woord voor transmissie-lijn, de leidingen waarover gegevens worden verstuurd tussen een ontvanger en een zender. De elektrische eigenschappen van een lange leiding zijn zeer complex. In principe kan een lange leiding worden ingedeeld in x kleine segmentjes, waarbij ieder segment kan voorgesteld worden door het equivalent schema dat in figuur 10-470 getekend is. De equivalente onderdelen G, R, C en L bepalen de manier waarop een lange leiding reageert op het transport van gegevens. Zie ook "Karakteristieke impedantie van een kabel".

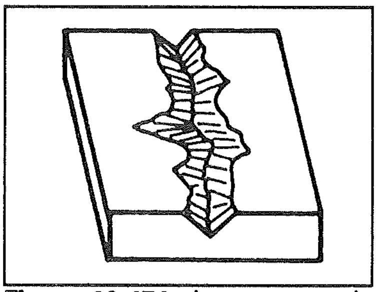
Lange termijn effecten Een algemeen begrip, waarmee de invloed van effecten op een elektronisch systeem wordt aangegeven, die hun eigenschappen voornamelijk op een lange termijn laten gelden. Een van de belangrijkste effecten is de lange termijn stabiliteit. Deze wordt bepaald door de stabiliteit van de eigenschappen van de gebruikte onderdelen, de invloed van de temperatuur op de schakeling, de invloed van vervuiling op de schakeling, etc. In de professionele elektronica is het minimaliseren van de invloed van dergelijke lange termijn effecten een zeer belangrijk specialisme.

Langevin ion Een ion, dat onder invloed van een elektrisch veld door een gas gaat bewegen.

Langmuir's donkere ruimte Een verschijnsel dat optreedt bij gasontladingen. Als de buis ontstoken is, zal zij in de meeste gevallen licht uitstralen. Rond een negatieve elektrode, die in het pad van de gasontlading wordt aangebracht, zal men echter een kleine donkere ruimte opmerken. Langmuir heeft dit verschijnsel ontdekt en er een theoretische verklaring voor gevonden.



Figuur 10-470: Lange leiding.



Figuur 10-471: Langspeelplaat.

Langspeelplaat Een verschijnsel uit de elektronische oudheid, waarop het mogelijk was audio te registreren en nadien weer af te spelen. De plaat bestond uit vinyl, waarin een spiraalvormige groef werd gesneden met een afstand tussen de windingen van ongeveer 0,08 mm en een groefbreedte van slechts 40 µm. In deze groef werd de audio-informatie analoog ondergebracht onder de vorm loodrechte ten opzichte van elkaar aangebrachte vervormingen in de groef. Dit noemt men "flank-modulatie", zie figuur 10-471. Het linker signaal werd gesneden in de naar binnen gerichte wand van de groef, het rechter signaal in de naar buiten gerichte wand van

de groef. De plaat werd afgespeeld met een snelheid van 33,33 toeren per minuut waarbij de groef werd afgetast door een diamanten naald. De naald was verbonden met een elektromagnetisch systeem, waarbij de horizontale en vertikale bewegingen van de naald werden omgezet in twee analoge spanningen: het linker en rechter kanaal. Ondanks de "oudheid" van dit systeem zijn er toch nog steeds heel veel audio-liefhebbers die het geluid van een langspeelplaat verre prefereren boven dat van een Audio-CD.

Language Engels voor "taal". In de elektronica wordt met dit begrip meestal een programmeer-omgeving aangeduid, waarmee men instructies kan schrijven, procedures kan ontwerpen en gegevens in- en uitlezen. Bekende "languages" zijn: BASIC, C, COBOL, PASCAL, FORTRAN, LISP.

LANtastic Een netwerk-systeem, ontwikkeld door Artisoft, dat een concurrent zou moeten worden voor Novell's NetWare. LANtastic is voornamelijk bedoeld voor het op een eenvoudige manier opzetten van kleinere netwerken, bijvoorbeeld in kleine kantoren waar hooguit vijf computers aan elkaar gekoppeld moeten worden. Voor dergelijke omgevingen is het "zware" NetWare niet zo geschikt, omdat het te veel recourses in beslag neemt. LANtastic kan ook goed werken zonder dat er een van de systemen als typische server moet worden geconfigureerd.

Laplace Een wiskundige, die belangrijke wiskundige theorieën heeft ontwikkeld, die nu nog steeds in de theoretische elektriciteitsleer worden gebruikt. De "vergelijking van Laplace" beschrijft bijvoorbeeld het verloop van het elektrisch potentiaal tussen twee geladen voorwerpen in het vacuüm, in gassen en vloeistoffen. De al even beroemde "Laplace-transformatie" is van groot belang als men langs wiskundige weg de in- en uitschakelverschijnselen wil bestuderen die optreden als men een netwerk onder spanning zet of er de spanning van af haalt.

Laptop Algemene benaming voor een draagbare computer, die zélf voor zijn voedingsspanning zorgt door middel van ingebouwde batterijen of accu's.

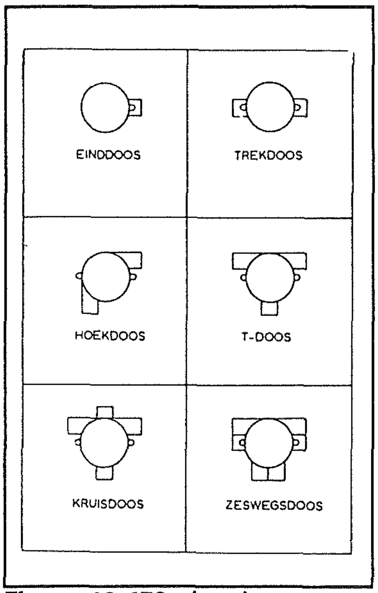
Large Scale Integration Afgekort tot LSI. Men spreekt bij de fabricage van IC's van LSI, als er meer dan 100.000 componenten op de chip geïntegreerd worden, als er maximaal 5.000 logische basisschakelingen aanwezig zijn of als er minder dan 16 kB geheugen in de chip aanwezig is. De verschillende benamingen voor de dichtheid van integratie zijn:
- SSI: small scale integration;
- MSI: medium scale integration;
- LSI: large scale integration;
- VLSI: very large scale integration;
- ULSI: ultra large scale integration.

De grenzen van deze benamingen kunnen ontleend worden aan de tabel van figuur 10-472.

SOORT	ONDERDELEN	AANTAL POORTEN	GEHEUGENCAPACITEIT
SSI	MINDER DAN 10.000	MINDER DAN 10	
MSI	MINDER DAN 25.000	MINDER DAN 100	KLEINER DAN 1 kB
LSI	MINDER DAN 100.000	MINDER DAN 5.000	KLEINER DAN 16 kB
VLSI	MEER DAN 100.000	MEER DAN 5.000	GROTER DAN 16 kB
ULSI	MEER DAN 1.000.000	MEER DAN 50.000	GROTER DAN 16 kB

Figuur 10-472: Large Scale Integration.

Lasdoos Is een metalen of kunststof doos, dienend voor het onderbrengen van de lassen (verbindingen) die tussen de geleiders van een elektrische installatie moeten worden gemaakt. In de meeste gevallen worden lasdozen in muren ingebouwd, waarbij alleen het verwijderbare deksel toegankelijk blijft ter controle en uitbreiding van de installatie. De lasdozen worden onderling verbonden met de installatiebuizen, waardoor de bedrading loopt. Er bestaan zes uitvoeringen van lasdozen, die voorgesteld worden in figuur 10-473.



Figuur 10-473: Lasdoos.

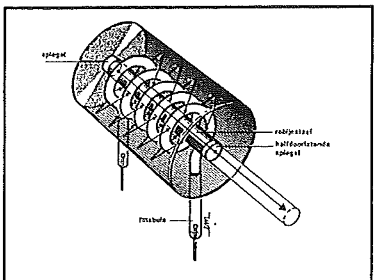
Lasdop Een onderdeel waarmee de in een lasdoos (zie aldaar) samenkomende draden van een elektrische installatie met

elkaar verbonden kunnen worden. De oudere uitvoeringen bestaan uit een verende metalen moer, die op de in elkaar gedraaide koperen leidingkernen wordt geschroefd. Over de moer is een dop van isolatiemateriaal aangebracht. De nieuwere uitvoeringen zijn van het "snap-in" type, waarin de koperen leidingkernen zichzelf vastklikken.

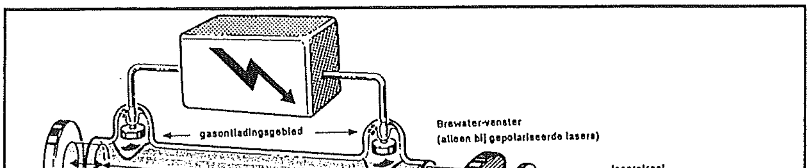
LASER Letterwoord van "Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation", oftewel lichtversterking door gestimuleerde uitzending van straling. Een apparaat waarmee een zeer geconcentreerde, zeer smalle bundel monochromatisch licht wordt gegenereerd. Monochromatisch wil zeggen dat de bandbreedte van de uitgezonden straling erg smal is. Dit is een fundamenteel verschil met alle overige soorten lichtbronnen, die licht uitstralen waarin men elektromagnetische straling met heel veel verschillende golflengten kan ontdekken. Het principe berust op het gegeven dat als een elektron naar een hogere (onstabiele) baan rond een atoomkern wordt gedwongen, dit zogenoemde aangeslagen elektron er zal naar streven deze onstabiele toestand te verlaten en terug te keren naar de "natuurlijke" baan. Hierbij wordt elektromagnetische straling uitgezonden, onder de vorm van een foton. Aangeslagen elektronen zullen onder normale omstandigheden op willekeurige momenten terugvallen naar hun "natuurlijke" baan. Er zal dus in zijn algemeenheid geen gelijkheid in frequentie en fase bestaan tussen de elektromagnetische golven die worden uitgestraald. Een geheel andere situatie ontstaat als een aangeslagen elektron wordt aangestoten door de elektromagnetische golftrein die afkomstig is van een ander elektron dat terugkeert naar zijn normale baan. In dit geval keert het aangeslagen elektron onmiddellijk terug naar zijn normale toestand. Dit betekent dus dat de terugval in energie wordt teweeg gebracht (gestimuleerd) door een andere terugval in energie. De frequentie en de fase van de uitgestraalde elektromagnetische energie zijn daarbij volledig identiek aan deze die het proces veroorzaakt heeft. Het directe gevolg is dat beide golfverschijnselen elkaar versterken. Dank zij dit verschijnsel zal een groot aantal aangeslagen elektronen opeens allemaal elektromagnetische straling gaan uitzenden die in fase is en dezelfde frequentie heeft. Dit verschijnsel noemt men het LASER-effect en dit is verantwoordelijk voor de felle, smalle lichtbundel die uit een LASER ontsnapt. Hoewel alle LASER's volgens dit fundamentele principe werken, zijn er een heleboel praktische systemen ontstaan, waarvan de werking in detail afwijkt. Sommige LASER's zijn alleen in staat zeer korte pulsen licht uit te zenden, terwijl anderen een continue bundel kunnen genereren. Een en ander heeft er mee te maken in hoeverre men in staat is steeds voldoende elektronen in aangeslagen toestand te brengen om het LASER-effect al dan niet continu in stand te houden. Een kort overzicht van de bekendste LASER-technieken:

- **Robijn LASER:**
  Werkt op basis van een kristal van aluminium-oxide en zendt straling uit met een golflengte van 694,3 nm. Deze LASER's leveren korte pulsen met een vermogen tot 1 W. De samenstelling van een robijn-LASER is getekend in figuur 10-474.
- **YAG LASER:**
  Werkt op basis van yttriumaluminium-granaat (YAG) en levert een golflengte van 1,0641 μm. Deze LASER's zijn in staat vermogens van 300 W te leveren!
- **Neodymium-glas LASER:**
  Deze werken op basis van glas, dat verontreinigd is met neodymium. Levert een golflengte van 1,06 μm.
- **He-Ne LASER:**
  Deze gas-LASER werkt men een menging van helium en neon.
  Deze LASER's kunnen ontworpen worden voor golflengten van 632,8 nm, 1,153 μm en 3,39 μm. Dit zijn de LASER's die men vaak in discotheken kan aantreffen, waar de lichtbundel door middel van beweegbare spiegeltjes in alle richtingen wordt afgebogen. Zij leveren vermogens af tot 100 mW. De samenstelling van een typische He-Ne LASER is getekend in figuur 10-475.
- **Edelgas LASER:**
  Deze werken op basis van de edelgassen argon, neon, xenon en crypton. Zij leveren, afhankelijk van de gasmenging, golflengten af van 451,9 nm, 461,9 nm, 488,0 nm, 514,5 nm, 528,7 nm en 676,4 nm. Het maximale vermogen ligt bij 1 W.
  De typische constructie van een edelgas LASER is getekend in figuur 10-476.
- **Stikstof-LASER:**
  Met het ordinaire stikstof-gas N_2 is men in staat LASER's te ontwerpen die een pulsvermogen van niet minder dan 2 MW kunnen produceren. Om het LASER-effect in

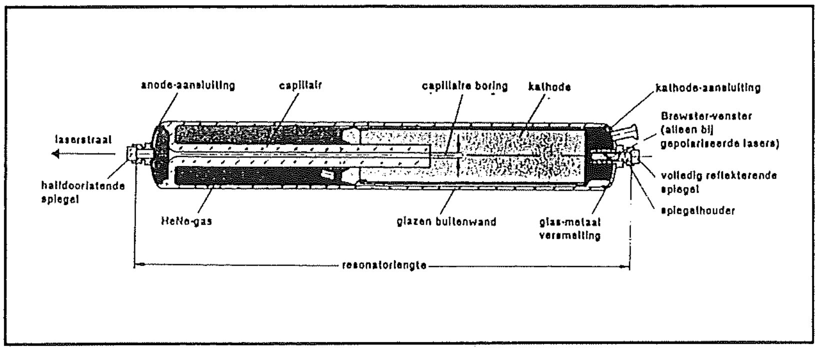
gang te zetten zijn dan wel spanningen van honderden kV noodzakelijk.
- **Koolstofgas-LASER:**
Ook met CO_2 kan men grootvermogen LASER's maken die in het infrarode gebied rond 10 μm uitzenden. Speciale typen die gebruikt worden voor het snijden van metalen leveren uitgangsvermogens van 10 kW.
- **Metaaldamp-LASER:**
Door aan een gas-LASER op basis van helium of neon sporen van cadmium, selenium, zink, kwik, lood of magnesium toe te voegen kan men LASER's maken die vanaf het ultraviolette tot het infrarode gebied uitstralen.
- **Kleurstof-LASER:**
Sommige organische kleurstoffen, zoals rhodamine, fluorescine en cumarine, vertonen het LASER-effect over een breed golflengte-gebied. De uitgestraalde energie is echter zeer laag.



Figuur 10-474: LASER (1).



Figuur 10-475: LASER (2).

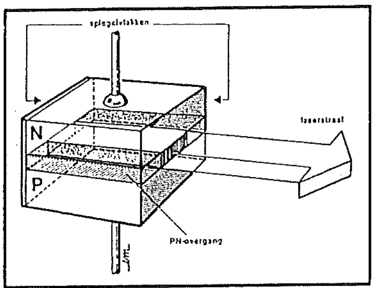


Figuur 10-476: LASER (3).

- **Halfgeleider-LASER:**
De meest verbreide soort LASER's zijn uiteraard de halfgeleider-LASER's, want in iedere Audio-CD speler, DVD-speler of CD-ROM drive zit een LASER-diode die het spiegelend oppervlak van de schijf met een uiterst dunne infrarode of rode (DVD) bundel aftast. Bovendien werken alle glaskabel-netwerken met dit soort LASER's. De meeste halfgeleider-LASER's werken op basis van galliumarsenide, waar vaak andere grondstoffen aan worden toegevoegd. Het grote voordeel van dit soort LASER's is dat zij een continue lichtbundel uitstralen.

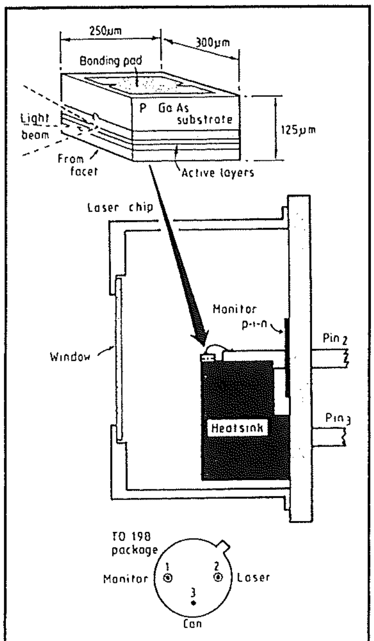
LASER-diode Een halfgeleidende diode die het LASER-effect vertoont. De LASER-diode vormt het hart van iedere Audio-CD of DVD speler, van iedere CD-ROM drive en van de moderne glasvezelcommunicatie. Het principe van de werking van een LASER-diode komt overeen met dat van de andere LASER's (zie LASER), met dat verschil dat voor het aanstoten van de elektronen gebruik wordt gemaakt van de typische eigenschappen van halfgeleidende materialen. Worden in een grenslaag tussen twee speciale halfgeleiders een grote hoeveelheid ladingsdragers geïnjecteerd, dan is de gestimuleerde emissie van straling groter dan de absorbtie-emissie, waardoor aan de voorwaarden wordt voldaan voor het opwekken van het LASER-effect. Een LASER-diode werkt in principe op dezelfde manier als een LED. Ook bij de LASER-diode ontstaat het licht in de PN-overgang, zie figuur 10-477, als er stroom doorheen de diode vloeit. Voor het verkrijgen van de LASER-werking zijn de zijvlakken van het stukje halfgeleider voorzien van spiegelende oppervlakken. Aan één zijde is deze spiegel half doorlaatbaar.
De spiegeltjes zorgen ervoor dat het licht dat wordt uitgezonden door elektronen die terugvallen naar hun "normale" baan teruggekaatst wordt naar de PN-overgang, waardoor de gestimuleerde emissie ontstaat en een heleboel elektronen opeens allemaal terug vallen. Het LASER-licht, dat op deze manier ontstaat, wordt

via de half doorlaatbare spiegel naar buiten gevoerd.



Figuur 10-477: LASER-diode (1).

In figuur 10-478 is de praktische samenstelling van een LASER-diode, in dit geval het type CQL10, getekend. Deze laserdiode zendt een lichtstraal uit met een golflengte tussen de 780 en de 800 nm. Groot fundamenteel verschil tussen een gas-LASER en een LASER-diode is dat deze laatste geen gebundelde straal uitzendt. Typische openingshoek van een laserdiode is 50°. Iets dat onmiddellijk opvalt is dat de diode drie aansluitingen heeft, terwijl men zou verwachten dat een LASER-diode, net zoals iedere andere diode, het met twee aansluitingen kan stellen. Bij een nadere beschouwing van de constructie van zo'n onderdeel aan de hand van figuur 10-478 blijkt echter dat er, naast de eigenlijke LASER-diode, ook nog een fotodiode in de behuizing zit. Deze fotodiode noemt men de monitordiode en in de meeste schema's wordt deze diode voorgesteld door de afkorting "MD". De afkorting "LD" staat dan uiteraard voor de eigenlijke LASER-diode. Deze monitordiode is noodzakelijk omdat het sturen van een LASER-diode een tamelijk kritische zaak is. Het eigenlijke fysische LASER-proces treedt namelijk maar eerst op bij een bepaalde stroom I_d, stroom die erg afhankelijk is van de temperatuur. Wordt de diode doorlopen door een lagere stroom, dan werkt het onderdeel als een gewone LED en men zal niets meer waarnemen dan een zacht rood schijnsel. De kritische LASER-stroom is gemiddeld gelijk aan 50 tot 80 mA en de stuurschakeling die de diode van een constante stroom voorziet moet de stroom steeds zo instellen dat de diodestroom groter is dan de kritische LASER-stroom I_d, maar anderzijds niet te groot wordt.



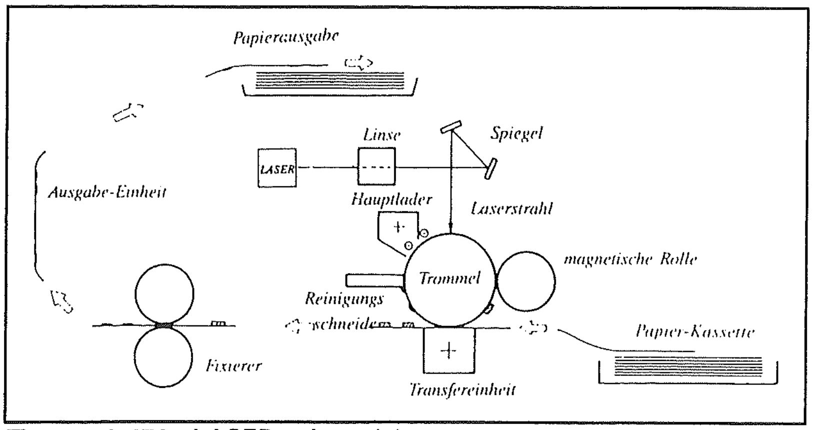
Figuur 10-478: LASER-diode (2).

Het in de diode opgewekte vermogen zal namelijk zeer snel stijgen als de stroom boven de kritische waarde komt. Een zeer kleine stroomstijging heeft een vertienvoudiging van het vermogen tot gevolg. Zelfs zeer kleine stroomschommelingen kunnen tot gevolg hebben dat de diode wordt vernield. Vandaar dat het noodzakelijk is de stroom die door de LASER-diode wordt gestuurd uit een tegengekoppelde stroombron te betrekken. De monitor-diode stuurt dit teruggekoppeld systeem. Deze fotodiode vangt een gedeelte van de uitgezonden straling op. De grootte van het uitgangssignaal van deze diode is een maat voor de uitgezonden energie van de LASER-diode. Op het moment dat de diode overgaat van LED- naar LASER-bedrijf zal het uitgangssignaal van de diode stijgen. Op deze manier is men in staat de LASER-stroom zo te regelen, dat onder alle temperatuursomstandigheden de diode net boven de kritische LASER-grens wordt ingesteld.

LASER-printer Een printer, waarvan de fundamentele werking berust op het licht dat door een LASER-diode of een array van LASER-dioden wordt uitgestraald. In principe werken de meeste LASER-printers op dezelfde manier als een kopieerapparaat. Het basisprincipe heet "elektrostatische beeldoverdracht", ook wel eens "xerografie" genoemd, naar de fabrikant Rank Xerox, die het voor het eerst toepaste. Bij elektrostatische beeldoverdracht wordt een lichtbeeld overgedragen op papier via de tussenstap van een trommel, die elektrisch geladen wordt en inktstof aantrekt. Dit inktstof wordt "toner" genoemd. Het basisprincipe van een laserprinter is getekend in figuur 10-479. Hart van het apparaat is de trommel, ook wel "drum" genoemd. Deze is voorzien van een speciaal lichtgevoelig oppervlak, waarvoor meestal een of andere halfgeleider wordt gebruikt.
Vroeger werd hiervoor het nogal giftige selenium gebruikt,

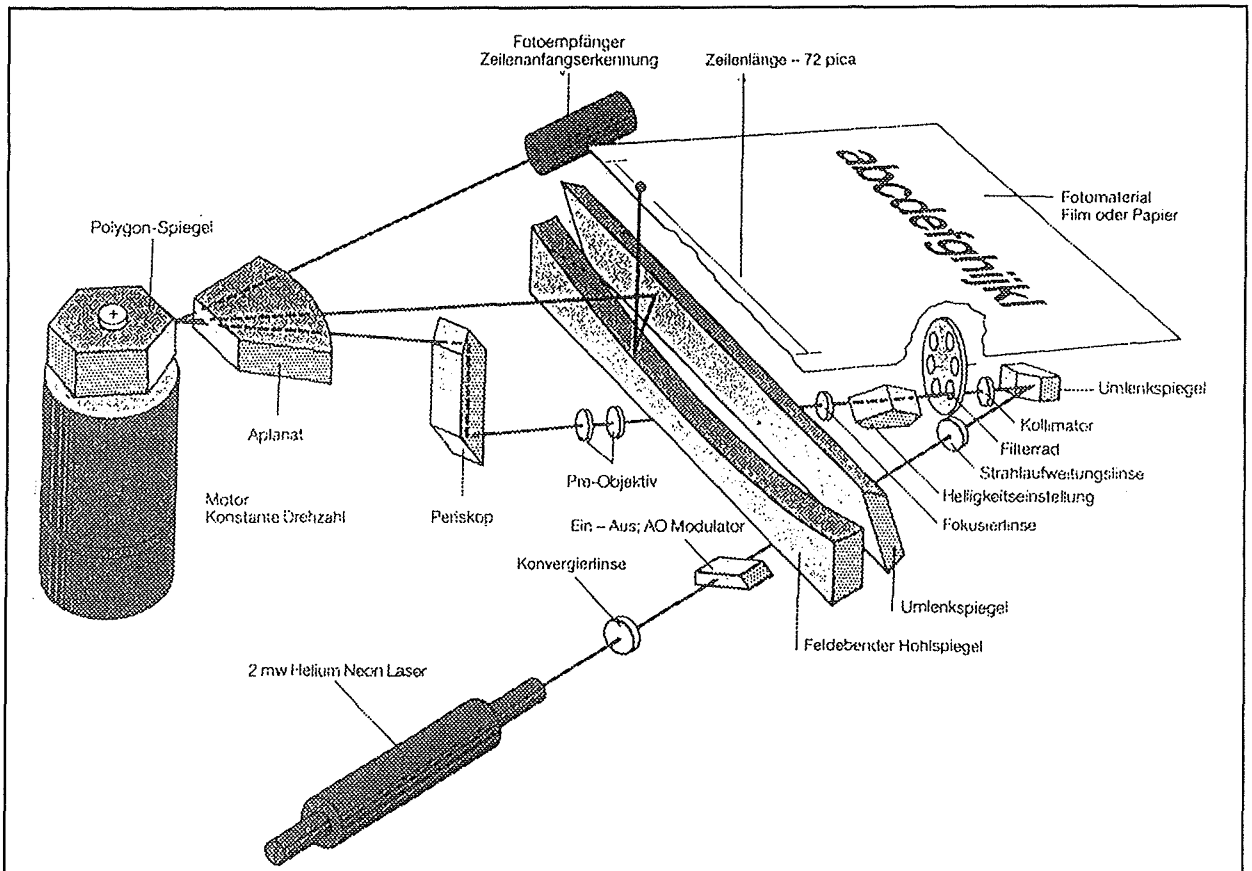
A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z

tegenwoordig werkt men met amorf silicium.
Naast het voordeel van niet-giftigheid is silicium bovendien veel lichtgevoeliger dan selenium. Daarnaast worden ook vaak zogenoemde "OCP"-drum's gebruikt, hetgeen de afkorting is van "Organic Photo Conductor", oftewel fotogeleider uit organisch materiaal. De trommel draait in uurwijzerzin. Beschouw een bepaald punt op het oppervlak van de trommel. Dat punt draait eerst onder de "Reinigung" door. Hier wordt alle toner van de vorige afdruk, die eventueel nog op de trommel aanwezig is, verwijderd. De reinigingseenheid bestaat meestal uit een soort schraper of een aantal borsteltjes, die het oppervlak van de drum schoonvegen en het oude tonerpoeder afvoeren naar een afvalcontainertje. Vervolgens draait het beschouwde punt door onder de "Hauptlader". Deze unit bestaat uit een elektrostatische oplader, een zeer dunne strak gespannen metalen draad, die op een zeer hoge gelijkspanning wordt gezet. Deze draad noemt men de "primaire corona". De hoge gelijkspanning op deze draad wekt een zeer sterk elektrostatisch veld op, met als gevolg dat het oppervlak van de drum elektrisch wordt opgeladen.
Vervolgens draait het punt door naar de plaats waar de echte actie plaats vindt. De drum wordt getroffen door een zeer fijne straal licht. Bij zeer fijn moet men denken aan een lichtstraaltje met een diameter van een paar duizendsten van een millimeter! Dat licht is afkomstig van de belichtingseenheid. Hiervoor bestaan verschillende systemen. Bij de allereerste generatie LASER-printers kan men stellen dat de dunne lichtbundel afkomstig is van een LASER-eenheid. De dunne lichtstraal wordt via lenzen en beweegbare spiegels op de drum gefocusseerd. De beweegbare spiegels zorgen ervoor dat de lichtstraal uiterst snel de volledige breedte van de drum afscant. De lichtstraal wordt bovendien gelijktijdig gemoduleerd, dat wil zeggen dat de continue lichtstraal wordt omgezet in een opeenvolging van korte lichtflitsjes. Op deze manier wordt de printinformatie, die uiteraard uit logische AAN- en UIT-signalen bestaat, omgezet in lichtpulsen. Deze lichtpulsen treffen de drum. Nu gebeurt er iets vreemds. Daar waar de lichtpulsen het oppervlak van de drum treffen, zal de door de corona aangebrachte elektrische statische lading "afvloeien". Het fysische proces dat hiervoor verantwoordelijk is, is vrij ingewikkeld en er komt zelfs quantummechanica aan te pas om het verschijnsel te verklaren. In het kort komt het er op neer dat de hoogenergetische fotonen, waaruit het licht bestaat, bepaalde eigenschappen van de atomen van de lichtgevoelige laag beïnvloeden. Belangrijk is, dat de door de corona egaal opgeladen drum door de belichting een "elektrostatisch beeld" krijgt. Het beeld dat later op het papier wordt afgedrukt, is reeds op het oppervlak van de drum aanwezig, maar dan onder de vorm van elektrische ladingsverdelingen. De drum draait verder in uurwijzerzin, het beschouwde punt komt nu bij de magnetische rol. Deze zorgt ervoor dat het tonerpoeder zich hecht op die delen van de drum die ontladen zijn door de LASER-straal. Het tonerpoeder wordt eerst opgeladen tot hetzelfde elektrisch potentiaal als de drum. De magnetische rol brengt een zeer dunne laag van dit opgeladen poeder in de nabijheid van de drum. Daar waar de drum ontladen is, ontstaat een elektrostatisch veld tussen de ontladen delen van de drum en het elektrisch geladen tonerpoeder. Het poeder wordt aangetrokken door de ontladen delen van de drum, springt van de magnetische rol naar de drum en hecht zich op die plaatsen die ontladen zijn. In deze fase van het proces wordt het elektrostatische beeld op de drum dus omgezet in een beeld dat bestaat uit los tonerpoeder. Ondertussen is het papier aangevoerd. Dat pa-



Figuur 10-479: LASER-printer (1).

pier beweegt met dezelfde snelheid als de omtreksnelheid van de drum. De bedoeling is nu dat het aan de drum hechtende tonerpoeder wordt overgedragen op het papier. Ook dat gebeurt elektrostatisch. In de transfereenheid wordt het papier elektrisch opgeladen en wel met een tegengestelde polariteit als de drum. In die eenheid is dus een tweede coronadraad aanwezig, die ook op een hoge gelijkspanning staat, maar van tegengestelde polariteit als de spanning waarmee de drum werd opgeladen. Het papier wordt nu in de nabijheid van de drum gebracht. De elektrostatisch lading op het papier zorgt er nu voor dat het losse op de drum aanwezige tonerpoeder van de drum wordt losgerukt en op het papier terecht komt. Het tonerpoeder is nu weliswaar op het papier aanwezig, maar nog steeds onder de vorm van een losse laag, die er zo vanaf gestreken kan worden. In de laatste fase van het proces wordt dit losse poeder op het papier gefixeerd. Dat gebeurt in de fixeereenheid. Het papier wordt tussen twee rubber rollen gevoerd, die door middel van een lamp opgewarmd zijn tot een temperatuur van ongeveer 150 °C. Het losse tonerpoeder wordt hierdoor als het ware gesmolten en hecht zich vast op het papier. Het opgewarmde papier gaat nu naar de opvangbak.
Het tonerpoeder bestaat uit een zeer fijne menging van 50 % ijzeroxide, 35 % hars, 10 % verfpigmenten en 5 % additieven. Het ijzeroxide is noodzakelijk om ervoor te zorgen dat het poeder goed aan de magnetische verdeelrol blijft kleven en gemakkelijk van deze rol naar de ongeladen delen van de drum springt. Het hars is verantwoordelijk voor het insmelten van de toner op het papier. De additieven bevatten onder andere zeer fijne deeltjes van een harde ceramische stof. Deze deeltjes worden gebruikt om het fotogevoelig oppervlak van de drum schoon te schuren, zodat papierdeeltjes die er blijven aan kleven binnen de kortste keren worden weg geschuurd. Iedere fabrikant gebruikt een eigen mengverhouding, waarbij tegenwoordig bovendien nog



Figuur 10-480: LASER-printer (2).

eens een onderscheid wordt gemaakt tussen normale toner en zogenoemde "microtoner". Dit laatste poeder moet, althans volgens de fabrikanten, gebruikt worden bij laserprinters die een hoge resolutie hebben (800 dpi of meer). Het zou de kwaliteit van de afdruk aanzienlijk verbeteren. In de dagelijkse praktijk blijkt echter dat er nauwelijks een verschil in afdrukkwaliteit valt op te merken tussen gewone goedkope toner en de dure microtoner. In figuur 10-479 werd als belichtingsbron een LASER ingetekend. Nu zijn er echter in de loop der jaren vier belichtingssystemen ontwikkeld, waarvan er twee in feite helemaal niets te maken hebben met LASER's. Desondanks worden ook printers die met deze systemen werken LASER-printers genoemd! De vier systemen op een rijtje:

- de polygoon scan techniek;
- het LED-array;
- het LCD-array;
- de tonerjet-techniek.

Bij de polygoon scan techniek wordt met een LASER-bron gewerkt. Het principe van deze belichtingstechniek is getekend in figuur 10-480. Hart van het systeem is een He-Ne LASER met een vermogen van een paar mW. Deze zendt een continue zeer dunne (2/100 mm) lichtbundel uit, die eerst via een convergentielens nog meer wordt gebundeld. Nadien volgt de lichtmodulator. Hier wordt de elektronische informatie, afkomstig van de computer, omgezet in een pulserende lichtstraal. Via een heel ingewikkeld systeem van lenzen en spiegels belandt de met gegevens gemoduleerde lichtstraal uiteindelijk op de polygoon spiegel. Dit is het belangrijkste onderdeel van het optisch systeem. Zoals de naam reeds doet vermoeden, bestaat deze spiegel uit segmenten, in de meeste gevallen uit zes. De spiegel draait heel snel rond, toerentallen van 7.600 omwentelingen per minuut zijn geen uitzondering. De LASER-straal valt in op de segmenten van deze spiegel en zal natuurlijk worden teruggekaatst, volgens de eenvoudige optische wet die zegt dat de invalshoek gelijk is aan de weerkaatsingshoek. Doordat de spiegel draait zal de weerkaatsingshoek echter lineair variëren.

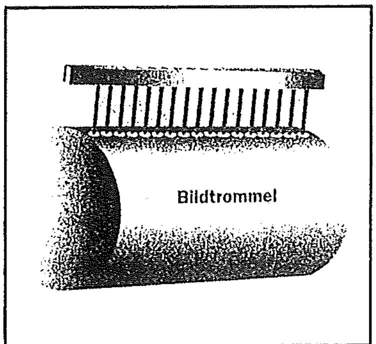
Het gevolg is dat de LASER-straal een heen-en-weer gaande beweging gaat uitvoeren. Op deze manier zal de straal lijn na lijn van de draaiende drum gaan scannen en de optische gegevens omzetten in een ladingsbeeld op de trommel. Het oppervlak van de trommel is in de tekening vlak voorgesteld, maar in realiteit is dit oppervlak natuurlijk gebogen. De door de polygoon spiegel teruggekaatste lichtstraal doorloopt nog eens een heleboel spiegels en lenzen alvorens terecht te komen op het oppervlak van de drum. Een belangrijk onderdeel van het systeem is de foto-ontvanger. Deze detecteert het begin van iedere lijnscan, zodat het systeem weet wanneer de belichtingseenheid begint met het scannen van een nieuwe lijn van de drum. Om een acceptabele printsnelheid te verkrijgen duurt het belichten van één punt op de trommel slechts ongeveer $^{1}/_{13.000.000}$ seconde.

Tegenwoordig kan men een LASER-bron maken onder de vorm van een klein elektronisch onderdeel, een zogenoemde LASER-diode. Zo'n diode hoeft niet groter te zijn dan een/honderdste van een millimeter en het is technologisch niet zo'n probleem om duizenden van deze dioden keurig naast elkaar op een drager aan te brengen. Zo'n constructie noemt men een "array" en een dergelijk array, opgebouwd uit bijvoorbeeld 2.500 LASER-dioden, kan het gehele ingewikkelde optische systeem van de polygoon scan techniek vervangen! In figuur 10-481 is het wel zeer eenvoudige principe van de LASER-array belichtingstechniek geschetst. Een of meerdere LASER-array's worden vlak boven de drum aangebracht. De duizenden LASER-dioden worden nu individueel aangestuurd, zodat in één keer een volledige beeldlijn op de drum wordt belicht. Op deze manier is men in staat uiterst compacte en goedkope laserprinters te fabriceren met een resolutie van 300 dpi. Het zal duidelijk zijn dat de aansturingselektronica in een dergelijke printer vrij complex is. Maar elektronica is tegenwoordig zeer goedkoop te maken en de prijs van een dergelijk systeem valt in het niet als men het vergelijkt met de prijs van het zeer ingewikkelde mechanische systeem dat de polygoon-techniek nodig heeft. Bovendien zijn deze array-printers natuurlijk veel betrouwbaarder, omdat zij veel minder bewegende onderdelen bevatten.

Lassen (elektrisch) Een methode om metalen voorwerpen tot één geheel samen te smelten onder invloed van hoge temperaturen.

De noodzakelijke hoge temperatuur wordt bij elektrisch lassen opgewekt door een vlamboog. In principe komt het elektrisch lassen neer op het

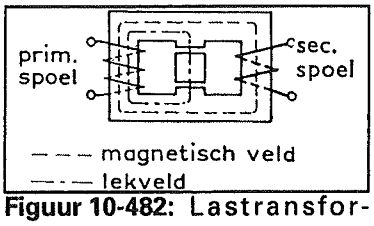
maken van een gecontroleerde kortsluiting.



Figuur 10-481: LASER-printer (3).

De voorwerpen die verenigd moeten worden, worden verbonden met één pool van een stroombron. De tweede pool is verbonden met de las-elektrode. Als de las-elektrode op de te verenigen voorwerpen wordt gedrukt ontstaat een kortsluiting, waardoor een grote kortsluitstroom gaat vloeien. Deze stroom wekt in de overgangsweerstand van het contact een groot vermogen op, waardoor de punt van de las-elektrode zeer warm wordt. Deze hitte smelt het metaal van de te verbinden voorwerpen, waardoor deze in elkaar vloeien. Ook de las-elektrode smelt, waardoor extra smelt-materiaal wordt aangevoerd om de smelt-zône te vergroten en te verstevigen. Men zou nu kunnen denken dat deze kortsluiting er voor zorgt dat de las-elektrode onmiddellijk vast smelt op het punt waar het allereerste contact ontstaat. Dit wordt echter verhinderd door het ontstaan van de eerder genoemde vlamboog. De las-elektrode is voorzien van materialen, die rond de smelt-zône een geleidende gas-atmosfeer creëren. Het gevolg is dat er toch een grote stroom blijft vloeien, zelfs als men de las-elektrode terug trekt van de samen te lassen oppervlakken. De geleidende gas-atmosfeer heeft natuurlijk een weerstand, met als gevolg dat de grote lasstroom in deze weerstand de voor het las-proces noodzakelijke warmte blijft genereren.

Lastransformator Een speciale transformator, die gebruikt wordt in elektrische lasapparaten. Voor het ontsteken van de vlamboog, zie "Lassen", is een spanning van ongeveer 80 V nodig. Als de vlamboog eenmaal aanwezig is, is de noodzakelijke spanning voor het onderhouden van deze boog slechts 20 V tot 40 V. Tijdens het lassen moet de secundaire spanning van de lastransformator dus worden verlaagd. Dat is mogelijk door het magnetisch veld in de kern van de trafo te verlagen. In de meeste gevallen wordt voor de oplossing gekozen, die geschetst is in figuur 10-482. In de kern van de lastransformator is een tussenstuk aangebracht, dat verschuifbaar is. Door dit tussenstuk wordt een magnetisch lekveld gecreeerd, waarvan de grootte instelbaar is. Hoe groter het lekveld, hoe kleiner het magnetisch veld en hoe minder spanning er in de secundaire wikkeling van de lastrafo wordt opgewekt.



Figuur 10-482: Lastransformator.

Latch Een soort flip-flop, waarin de gegevens, die op een bepaald moment op de data-ingangen staan, op de uitgangen worden vastgehouden. Latches worden gebruikt om digitale gegevens tijdelijk te bewaren. Een typisch voorbeeld van een latch is de type-D flip-flop.

Latching-stroom De minimale stroom die noodzakelijk is om een thyristor in geleiding te houden na het ontsteekmoment. De latching-stroom is in de meeste gevallen iets hoger dan de houd-stroom.

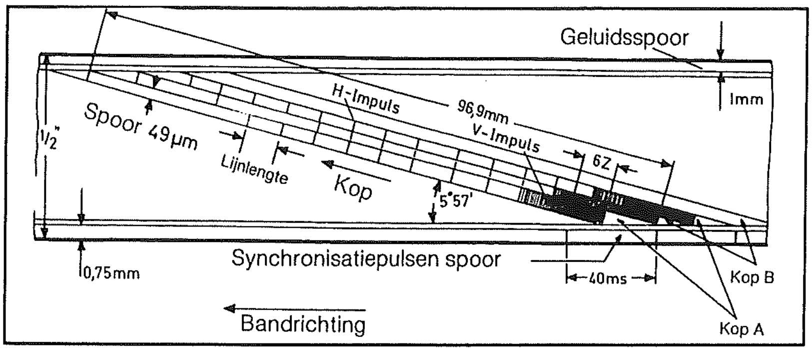
Latchup Een ongewenst verschijnsel, waarbij een halfgeleidende structuur van het PNPN- of NPNP-type opeens naar een geleidende status overschakelt, terwijl dit absoluut niet de bedoeling is. Is de halfgeleidende structuur in geleiding, dan kan niets die toestand ongedaan maken, behalve het uit- en weer inschakelen van de voedingsspanning. Latch-up kan bijvoorbeeld optreden bij bepaalde soorten operationele versterkers en comparatoren.

Latency Engels voor "latentie", zie aldaar.

Latent beeld Het "beeld" dat in een beeld-opname apparaat aanwezig is, maar dat nog niet is omgezet in elektrische informatie. Als men een CCD-element beschouwt, zoals dat tegenwoordig in iedere videocamera wordt gebruikt, dan zal het via de lens binnenvallend licht in de geladen elementen van dit array een latent beeld opbouwen. Dit beeld is alleen aanwezig onder de vorm van ladingsverschillen in het array. Een latent beeld ontstaat ook op de drum van een LASER-printer of een copieermachine. Ook hier is dit beeld aanwezig onder de vorm van ladingsverschillen.

Latentie De gemiddelde tijdsduur tussen het plaatsen van de schrijf/lees-kop van de harde schijf boven een bepaald

spoor en het verschijnen van de te lezen of de te beschrijven sector onder de kop. Gemiddeld duurt dit een halve omwenteling. Harde schijven met een omwentelingssnelheid van 3.600 toeren per minuut hebben dus een latentie van gemiddeld 8,3 ms.



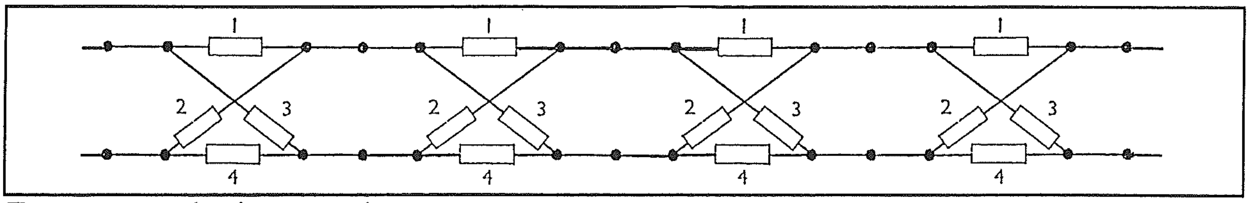
Figuur 10-483: Laterale recording.

Laterale recording Ook vertikale recording genoemd. Een techniek waarbij gegevens op een magnetische band niet in de lengterichting wordt geregistreerd, maar in de breedte van de band. De gegevens worden in kleine pakketjes verdeeld. Ieder pakketje wordt geregistreerd in één breedte-spoortje op de band. Het systeem dat gebruikt wordt bij videoregistratie, zie figuur 10-483, komt aardig in de buurt van laterale recording. Hier wordt weliswaar niet écht vertikaal geregistreerd, maar ook niet horizontaal. He video-signaal wordt schuin op de band geschreven.

Latin1 De populaire benaming van wat officieel ISO 8859-1 heet.
Een universele standaard die de 256 code-combinaties, die met 8 bit kunnen worden gemaakt, koppelt aan 256 letters, cijfers, leestekens, symbolen en besturingscodes. Latin1 is de opvolger van de oude 7 bit brede ASCI-code, die maar 95 karakters kon definiëren. Als men van de 256 beschikbare codes de noodzakelijke besturingscodes (zoals back space, line feed, delete, etc.) aftrekt, blijven er ongeveer 220 codes over voor het "echte" werk. Dit betekent dat, naast de 26 kleine letters en de 26 hoofdletters van het alfabet, de cijfers en de leestekens er genoeg ruimte overblijft voor het definiëren van letters met accenten, wat Griekse letters en valutatekens. Zo is de Latin1-code voor é (small e, acute accent) <233> en voor ö (smal o, umlaut) <246>.

Latin1 wordt tegenwoordig door de meeste bedrijfssystemen voor computers ondersteund.
Wat Latin1 echter op dit moment zo belangrijk maakt, is dat Latin1 ook ondersteund wordt door HTML, de codering waarmee Internet-pagina's worden opgemaakt. Dank zij deze afspraak kan men Internetpagina's zonder problemen in de meeste Europese talen opmaken, omdat alle WWW-browsers alle codes van Latin1 op de juiste manier op het beeldscherm zetten. Wil men in een HTML-document bijvoorbeeld het woordje "geïnd" in de tekst opnemen, dan kan dat door de Latin1-code voor de letter ï (<239>) op de volgende manier in de tekst te verwerken: geïnd.

Lattice-netwerk Een netwerk van weerstanden en/of condensatoren en/of spoelen, waarbij de componenten in een regelmatig patroon in het netwerk zijn opgenomen, op de manier waarop kristallen regelmatig in het rooster van een stof voorkomen. Verzwakkers van het T- of π-type zijn mooie vertegenwoordigers van lattice-netwerken. In figuur 10-484 is de meest algemene vorm van een dergelijk netwerk getekend. De blokjes stellen impedanties voor en kunnen dus weerstanden, condensatoren of spoelen zijn. Duidelijk herkent men de regelmatige structuur, die het netwerk tot lattice-netwerk verheft. Ook kabels

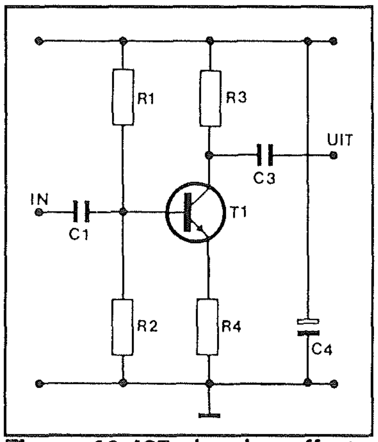


Figuur 10-484: Lattice-netwerk.

kunnen als lattice-netwerk worden opgevat, als men de kabel in een groot aantal stukjes "hakt" en ieder stukje door de karakteristieke impedantie voorstelt (zie "Lange leidingen").

Lauritsen elektroscoop Een zeer gevoelige elektroscoop, waarbij de twee "vlindertjes" a en b (zie "Elektroscoop") bestaan uit uiterst dunne kwartsdraadjes, die voorzien worden van een opgedampte metalen laag. Omdat kwarts een veel lager soortelijk gewicht heeft dan gelijk welk metaal, is de massa van de twee vlindertjes heel klein. Het gevolg is dat zelfs de kleinste lading in staat is de "vlindertjes" in beweging te zetten.

Lawine-effect Een effect dat vaak in de elektronica optreedt en waaraan een heleboel ontwerptijd gespendeerd moet worden. Om de een of andere natuurkundige reden is het zo, dat de meeste ongewenste effecten zichzelf versterken. Neem als voorbeeld het verband tussen collectorstroom en temperatuur. Als de temperatuur stijgt, dan zal een transistor meer gaan geleiden, waardoor de collectorstroom stijgt. Door het verhogen van de collectorstroom zal de warmte-ontwikkeling in de transistor toenemen. De transistor wordt dus warmer met als gevolg dat de versterking van het onderdeel gaat stijgen, met als gevolg dat de collectorstroom gaat stijgen, met als gevolg dat de temperatuur van de transistor gaat stijgen, met als gevolg dat de versterking nog meer gaat stijgen, met als gevolg dat de collectorstroom nog meer gaat stijgen, met als gevolg dat de temperatuur nog meer gaat stijgen, met als gevolg dat etc. Er ontstaat dus een écht lawine-effect, een kleine sneeuwbal die van de helling rolt heeft een alles vernietigende lawine tot gevolg. In het genoemde voorbeeld is dit lawine-effect gemakkelijk te onderdrukken. Het volstaat, zie figuur 10-485, in de emitterleiding van de transistor een kleine weerstand op te nemen. Deze weerstand zorgt voor een tegenkoppeling, waardoor de versterking van de trap weliswaar dramatisch gereduceerd wordt, maar de stabiliteit toeneemt en de vervorming daalt. De collectorstroom vloeit ook door de weerstand R4 en zal hierover een bepaalde spanning opbouwen. Deze emitterspanning stabiliseert de werking van de schakeling. Stel bijvoorbeeld dat de collectorstroom door temperatuursinvloed zou willen stijgen. Het gevolg is dat over de emitterweerstand een grotere spanning valt, waardoor de basis/emitter-spanning kleiner wordt. De basis ontvangt minder stroom, waardoor de oorspronkelijke ongewenste stijging van de collectorstroom wordt tegengewerkt. Ook de signaalstroom zal over de emitterweerstand een kleine signaalspanning genereren. Deze spanning zorgt ervoor dat de transistor, ook wat betreft signaal, minder wordt open gestuurd en de signaalstroom in de collector veel kleiner wordt dan in het geval zonder emitterweerstand. Hierdoor gaat de signaalversterking dus dalen. Over het algemeen is de waarde van de emitterweerstand R4 ongeveer gelijk aan een tiende van de collectorweerstand. De signaalversterking wordt grosso modo vastgelegd door de verhouding tussen collector- en emitterweerstanden. Door het aanbrengen van die ene kleine emitterweerstand daalt de signaalversterking van de trap van enige honderden tot maximaal tien á twintig. Dit is het nadeel van alle systemen die ontwikkeld werden en worden voor het compenseren van lawine-effecten.



Figuur 10-485: Lawine-effect.

Layer Engels voor "laag", in een halfgeleider een gebied met unieke elektrische eigenschappen, bijvoorbeeld N of P.

Layer0 Bij DVD's die uit twee lagen bestaan wordt met layer0 die laag gedefinieerd, die het dichtst zit bij de optische pick-up zit, dus de gegevenslaag die het dichtst tegen het oppervlak van de DVD-schijf aan ligt.

Layer1 Bij een DVD die uit twee lagen bestaat die laag die het verst van de optische pick-up af ligt, dus de diepst gelegen gegevenslaag.

Lazy-H antenne Een antenne die is opgebouwd uit twee vertikale elementen, waardoor niet alleen een horizontale, maar ook een vertikale richtingsgevoeligheid ontstaat.

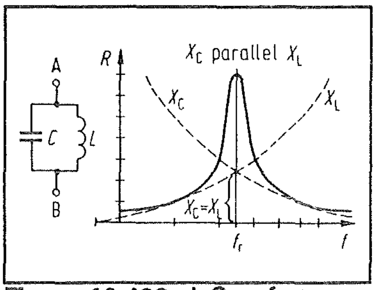
LB Letterwoord voor "Local Bus", zie aldaar.

L-band Een frequentieband die voor radio-communicatie wordt gebruikt en begrensd wordt door de frequenties

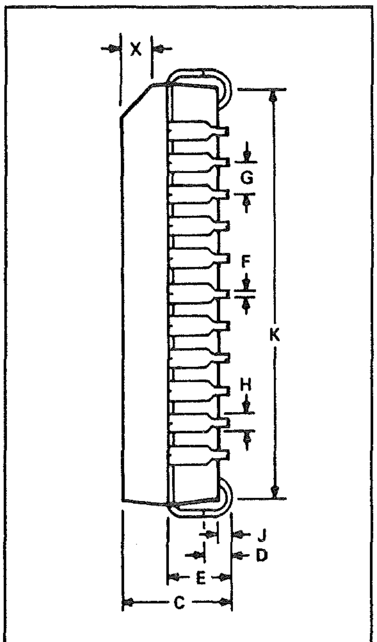
390 MHz en 1,55 GHz. De L-band wordt onderverdeeld in:
- L_C-band:
  465 MHz tot 510 MHz;
- L_F-band:
  1,350 GHz tot 1,450 GHz;
- L_K-band:
  1,150 GHz tot 1,350 GHz;
- L_L-band:
  510 MHz tot 725 MHz;
- L_P-band:
  390 MHz tot 465 MHz;
- L_S-band:
  900 MHz tot 950 MHz;
- L_T-band:
  780 MHz tot 900 MHz;
- L_X-band:
  950 MHz tot 1.150 MHz;
- L_Y-band:
  725 MHz tot 780 MHz;
- L_Z-band:
  1,450 GHz tot 1,550 GHz.

LC-afstemming Een systeem om één bepaalde frequentie te selecteren uit een breed frequentie-spectrum. De parallelle LC-kring, zie figuur 10-486, heeft een eigen resonantiefrequentie f_r. De impedantie van de kring is voor deze ene frequentie het hoogst. Het gevolg is dat de signaalspanning over de kring, dus tussen de punten A en B, voor deze ene frequentie het grootst zal zijn. Alle signalen uit het brede frequentie-spectrum, die een frequentie van f_r hebben, worden dus veel meer versterkt dan alle overige signalen. Op deze manier kan men met een LC-afstemming signalen met één welbepaalde frequentie uit een breed spectrum filteren.

LCC Letterwoord voor "Leadless Chip Carrier". Een behuizing voor IC's, speciaal ontwikkeld voor het opnemen van IC's in SMD-printplaten. Deze behuizingen hebben geen pennetjes, maar omgebogen clip's (zie figuur 10-487), die onder de behuizing eindigen. Naast het algemene begrip LCC kent men ook CLCC en PLCC, waarbij de C en de P staan voor respectievelijk "Ceramic" en "Plastic".



Figuur 10-486: LC-afstemming.

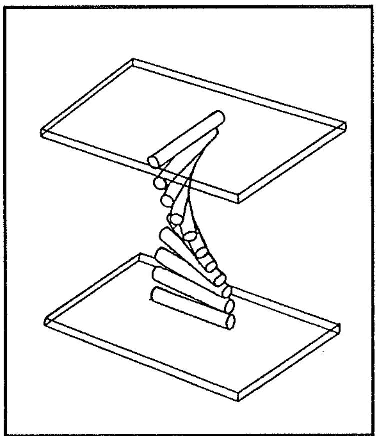


Figuur 10-487: LCC.

LCD Letterwoord voor "Liquid Crystal Display", letterlijk vertaald "uitlezing met behulp van vloeibare kristallen". De term "vloeibaar kristal" slaat op een bepaalde uitzonderlijke fysische toestand van sommige stoffen. Wil men de fundamentele werking van een liquid crystal display begrijpen, dan is het noodzakelijk eerst wat fysische achtergronden over het gedrag der materie te verduidelijken. De meeste chemische stoffen kennen drie zogenaamde aggregatietoestanden: vast, vloeibaar en gasvormig. In de vaste fase vormen de meeste stoffen kristallen. Dat betekent dat de moleculen waaruit de stof bestaat zich volgens strikt driedimensionale patronen ordenen in de stof. De enkelvoudige kristallen haken in elkaar en vormen zodoende zich in de ruimte periodisch herhalende kristalpatronen. Men heeft ontdekt dat er bepaalde organische verbindingen bestaan die een soort van vierde aggregatie-toestand kennen. Deze bevindt deze zich tussen de vaste en de vloeibare fase en beslaat een gebied van maar enige tientallen graden. Deze toestand wordt "het vloeibare kristal" genoemd. In deze toestand zullen de moleculen hun kristalstructuren verlaten, maar zich nog niet ongestoord vrij door de stof bewegen. Afhankelijk van het soort stof zullen de moleculen tweedimensionale structuren aannemen met een specifieke vorm. Met onderscheidt drie verschillende molecuulstructuren bij stoffen die deze vloeibare kristal fase kennen:
- stoffen met smectische fase;
- stoffen met nematische fase;
- stoffen met cholesterische fase.

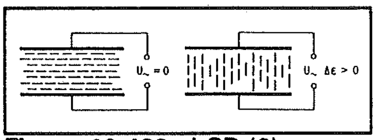
Bij stoffen met smectische fase zullen de moleculen zich in de vloeibare kristal fase groeperen in lagen, waarbij de lengteassen van de moleculen allemaal evenwijdig staan. Bij de nematische fase groeperen de moleculen zich in de lengterichting van de stof. Bij vloeibare kristallen met cholesterische zullen de moleculen zich laagsgewijs net zo gedragen als nematische of smectische vloeibare kristallen. Als men echter

meerdere molecuullagen bekijkt, dan stelt men vast dat de lengte-assen van de moleculen in de verschillende lagen een bepaalde kleine hoek ten opzichte van elkaar vertonen. Er ontstaat in de derde dimensie van de materie een soort schroefvormige beweging in de lengterichting van de opeenvolgende molecuullagen. Een en ander is toegelicht in figuur 10-488.



Figuur 10-488: LCD (1).

In de figuur is een draaiing van 90° voorgesteld. Bij de meeste materialen is deze draaiing echter veel groter, gemiddeld kan men spreken van vijf hele draaiingen per 10 µm stof. Men kan de uitlijning van de moleculen beïnvloeden door een zeer dunne laag van de stof op te sluiten tussen twee glazen plaatjes, waarvan het oppervlak op een bepaalde manier is behandeld. Etst men bijvoorbeeld op deze plaatjes een submicroscopisch patroon van evenwijdige lijntjes, dan zullen de moleculen van een vloeibaarkristallijne stof met nematische eigenschappen zich tegen de glazen plaatjes in dezelfde richting gaan uitlijnen als de geëtste lijntjes. Door de elasticiteit tussen de moleculen onderling zullen alle moleculen van de stof zich in deze richting uitlijnen. De Brownse beweging van de moleculen wordt daardoor onderdrukt, er ontstaat een dunne laag met homogeen uitgelijnde moleculen. Op dezelfde manier kan men ervoor zorgen dat de moleculen van een dunne laag cholesterische stof zich over precies 90° draaien. Daarvoor is het voldoende de twee glazen plaatjes te etsen met lijnpatronen die onder een hoek van 90° staan. Door de elasticiteit tussen de moleculen onderling zal er in de laag een homogene draaiing ontstaan tussen 0 en 90°. Zet men over de geschetste sandwich-constructie een elektrische spanning, dan stelt men vast dat naarmate de spanning groter wordt de parallelle uitlijning van de moleculen van de vloeibaarkristallijne stof verstoord wordt. Hoe hoger de spanning, hoe groter de hoek die ontstaat tussen de glasplaatjes en de moleculen. Bij een bepaalde spanning zal de hoek zelfs gelijk worden aan 90°. Dit is voorgesteld in figuur 10-489.



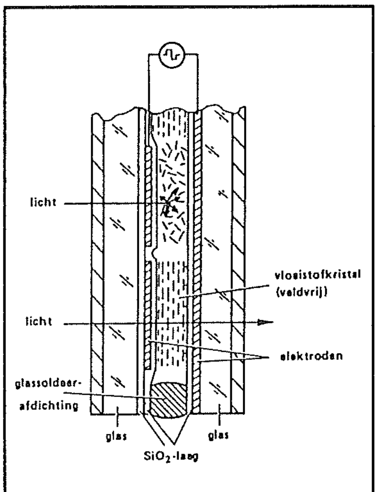
Figuur 10-489: LCD (2).

De spanning moet echter een bepaalde drempel overschrijden alvorens er van enig effect op de moleculen sprake is. Dat is logisch, omdat de elektrische veldkrachten die op de moleculen worden uitgeoefend eerst de elasticiteitskracht tussen de moleculen onderling en tussen de moleculen en het lijnenpatroon in de glasplaatjes moet overwinnen. De aanwezigheid van deze drempel is een belangrijk gegeven, waarvan dankbaar gebruik wordt gemaakt bij de elektronische aansturing van LCD's.
Er moet nu nog één belangrijk fysisch gegeven behandeld worden alvorens de werking van liquid crystal display's duidelijk kan worden en dat is de aard van het licht en de manier waarop licht zich door tussenstoffen voort plant. Zoals bekend is licht een elektromagnetisch golfverschijnsel. Dat wil zeggen dat er afwisselend elektrische en magnetische velden worden opgebouwd. Deze velden hebben een bepaalde richting en staan loodrecht op elkaar. In de vrije ruimte zullen deze onderling loodrecht gerichte velden er voor zorgen dat de golf zich rechtlijnig voortplant. Het is echter al lang bekend dat de voortplantingsrichting van een elektromagnetische golf kan beïnvloed worden door de materie waarin de golf zich beweegt. Als een lichtgolf invalt in een stof met vloeibaarkristallijne eigenschappen, dan zal de golf zich alleen kunnen verplaatsen langs en tussen de lange sigaarvormige moleculen. Zo zal een cholesterisch opgebouwde sandwich van twee glasplaten, die een draaiing in de moleculen heeft van 90° er voor zorgen dat het golffront van een er doorheen bewegende lichtstraal deze draaiing van de lengte-as van de moleculen volgt. Met andere woorden: ook het golffront van de lichtgolf krijgt een fasedraaiing van 90°! Als echter een lichtgolf door een vloeibaarkristallijne stof wil dringen waarin de lengte-assen van de sigaarvormige moleculen volledig verstrooid zijn in alle mogelijke richtingen, dan zal het licht volledig gedempt worden. De stof

is dan niet langer transparant maar wordt ondoorschijnend. Dat is de reden waarom men de overgang van de vloeistofkristallijne naar de vloeistof fase het helderheidspunt noemt. Bij deze temperatuur zal de stof echt vloeibaar worden, de moleculen verliezen iedere onderlinge structuur en de lichtgolven worden door de willekeurig gerichte lengteassen van de moleculen volledig in de stof verstrooid.
Er bestaan twee praktische uitvoeringsvormen van liquid crystal display's:

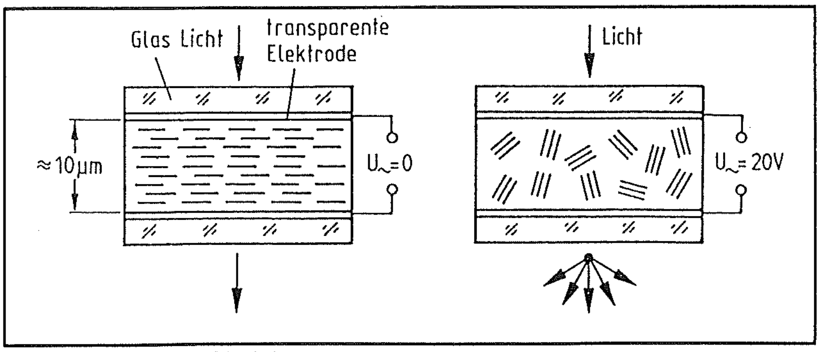
- de nematische LCD's;
- de cholesterische of twisted nematische LCD's.

Het zal nu wel duidelijk zijn waar deze namen op slaan!
De nematische liquid crystal display maakt, hoe kan het anders, gebruik van een vloeibaarkristallijne stof die nematische eigenschappen heeft. Deze stof wordt op de reeds beschreven manier aangebracht tussen twee voorbewerkte glazen plaatjes die op ongeveer 10 µm van elkaar staan. Een doorsnedetekening van een dergelijk liquid crystal display is getekend in figuur 10-490.



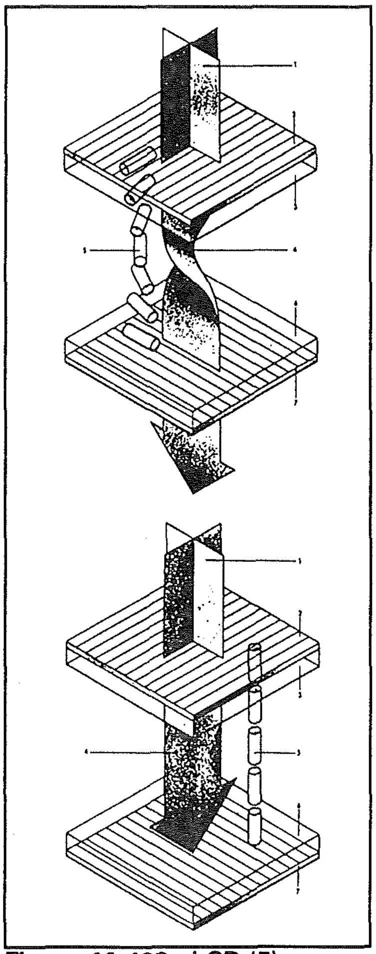
Figuur 10-490: LCD (3).

De glazen plaatjes zijn aan de binnenkant voorzien van een laag uit siliciumoxide SiO_2. In deze laag wordt het lijnenpatroon geëtst dat zorgt voor het uitlijnen van de moleculen. Bovendien zorgt deze laag ervoor dat er geen chemische reactie kan ontstaan tussen de verontreinigingen in het glas en de vloeibaarkristallijne stof. Op de laag SiO_2 worden de elektroden opgedampt. Deze bestaan uit een zeer dunne laag goud. Deze laag is zo dun dat zij volledig transparant is. Op een van de glazen platen (achterzijde van het LCD) wordt de gemeenschappelijke elektrode geëtst, de zogenaamde backplane. De meeste display's beschikken over meer dan een back-plane. In dat geval worden er op de achterste glazen plaat verschillende elektroden geëtst die op een specifieke manier met elkaar verbonden worden tot drie of vier groepen. Op de andere plaat wordt de vorm van de segmenten (alfanumerieke display's) of de vorm van de pictogrammen geëtst. Alle elektroden worden door middel van dunne gouden sporen verbonden met de connectoren aan de randen van het liquid crystal display. Eventueel wordt de buitenzijde van de glazen plaatjes voorzien van een reflecterende laag (achterzijde van het LCD) en van een anti-reflecterende laag (voorzijde van het display). Nadat de twee glazen platen op de juiste afstand van elkaar zijn gebracht en het vloeibaarkristallijne medium is aangebracht wordt de constructie luchtdicht afgesloten met een afdichting, meestal een prop indium. De elektrische werking van een nematisch LCD volgt uit figuur 10-491. Als het LCD-segment niet onder spanning staat dan zullen alle moleculen van de vloeibaarkristallijne stof evenwijdig geordend staan. Het licht kan tussen de sigaarvormige moleculen zijn weg vervolgen, het segment is transparant. Wel is het zo dat de evenwijdig gerichte moleculen het golffront van de elektromagnetische velden in één richting dwingt. Het uittredende licht is gepolariseerd, de richting van alle velden is gelijk. Als het segment wordt aangesloten op een wisselspannning van voldoende grootte, dan zal de evenwijdige structuur van de moleculen verbroken worden. Het elektrisch veld veroorzaakt krachten op de moleculen, het gevolg is dat de stof in een hydrodynamische turbulentie terecht komt. De nematische ordening van de moleculen blijft slechts bestaan binnen zeer kleine gebieden van de stof. Deze gebieden zijn slechts eni-



Figuur 10-491: LCD (4).

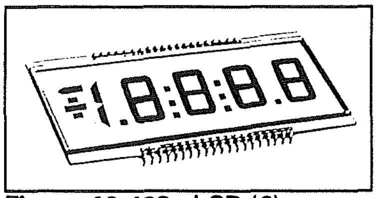
ge μm² groot. Door de turbulentie in de stof zullen deze gebieden wel steeds kleiner en groter worden, waardoor er steeds andere grensvlakken ontstaan. Het licht zal nu tussen deze willekeurig gerichte en steeds variërende grensvlakken volledig verstrooid worden. Het gevolg is dat het segment niet-transparant wordt. Vanwege het steeds wisselende, dus dynamische, gedrag in de stof worden deze display's ook wel DSM-LCD's genoemd. Dat letterwoord staat voor "Dynamic Scattering Mode", vrij vertaald een methode voor het dynamisch verstrooiën van de moleculen.
Bij cholesterische of twisted nematische LCD's wordt gebruik gemaakt van vloeibaarkristallijne stoffen die een cholesterische zône hebben. Zoals uit figuur 10-492 blijkt is de samenstelling in grote lijnen identiek aan deze van de DSM-LCD's. Te herkennen zijn de twee glazen plaatjes 3 en 6 en de molecuulstructuur 5 van de cholesterische vloeistofkristallijne stof. Groot verschil is echter dat de twee glazen plaatjes aan de buitenzijde voorzien zijn van polarisatoren 2 en 7. Dat zijn kunststoffolies die tot eigenschap hebben dat zij golfvormen van slechts één richting doorlaten. Bovendien staan de twee polarisatoren loodrecht op elkaar. In niet geactiveerde toestand (bovenste tekening) zullen de golfvormen die door de bovenste polarisator doorgelaten worden en allemaal in de lengterichting van de bovenste moleculen liggen zich langs de wenteltrapstructuur van de moleculen voortplanten. Het gevolg is dat de golffronten over 90° gedraaid worden en via de onderste glasplaat en de onderste polarisator het liquid crystal display weer verlaten. Deze polarisator is immers ook over 90° gedraaid ten opzichte van de bovenste! Als het segment wordt aangesloten op een blokspanning van voldoende grootte zullen de moleculen als gevolg van de grote spanning zich allemaal in één lijn gaan opstellen die loodrecht staat ten opzichte van de glazen plaatjes.



Figuur 10-492: LCD (5).

Het gevolg is nu dat de golffronten van het licht zich langs de moleculen gaan voortbewegen en niet meer gedraaid worden. Zij worden dus niet doorgelaten door de onderste polarisator. Het segment wordt niet-transparant, er word geen licht doorgelaten.
Dit soort liquid crystal display's gaat door het leven onder verschillende benamingen:
- de cholesterische LCD;
- de twisted nematische LCD;
- de Schadt-Helfrich LCD;
- de TN-FEM LCD, afkorting van "Twisted Nematic Field Effect Mode".

Het zeven-segment display, voorgesteld in figuur 10-493, is het meest bekende liquid crystal display en wijkt in elektrische functie nauwelijks af van soortgelijke display's die met LED's zijn uitgevoerd. Ook deze uitlezingen hebben een gemeenschappelijke aansluiting voor alle segmenten. Maar er is nu uiteraard geen sprake van een gemeenschappelijke anode (CA) of gemeenschappelijke kathode (CC), maar van een back-plane. Deze wordt bij alle fabrikanten gecodeerd met de letters "BP" of "COM". Als het aantal cijfers toeneemt zal men in de meeste gevallen werken met verschillende back-planes. Het is dan niet zo dat ieder cijfer een eigen BP heeft, zoals dat wel geldt bij LED-indicatoren (vervang dan uiteraard BP door CA of CC). Deze display's worden altijd gemultiplexed gestuurd, waarbij de verschillende BP's op een zeer ingewikkelde manier samen met de segmenten uit maar enkele lijnen worden aangestuurd.

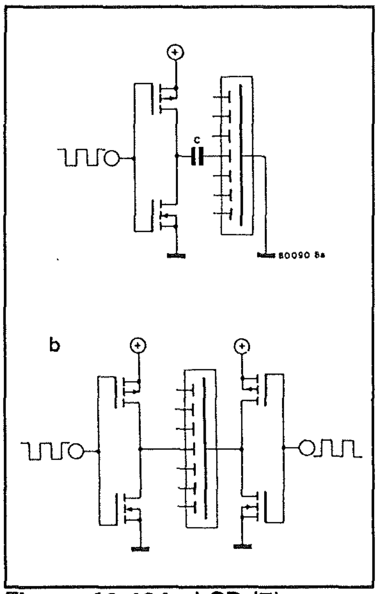


Figuur 10-493: LCD (6).

LCD's mogen ***nooit*** met gelijkspanningen worden aange-

stuurd! Weliswaar is de elektrische geleiding zo laag dat men een LCD voornamelijk door een capacitieve belasting kan voorstellen, maar de vloeistofkristallijne stof is toch geen zuivere isolator. De kleine gelijkstroom die door de sandwich gaat vloeien heeft tot gevolg dat de vloeistofkristallijne stof een elektrolyse gaat ondergaan. Reeds na enige uren gaan de prestaties van het LCD merkbaar achteruit. Omdat in de meeste praktische toepassingen alleen een gelijkspanning voorhanden is, zal men met behulp van een oscillator een blokgolf moeten produceren. Dit is echter niet voldoende! Deze blokgolf wisselt tussen de voedingsspanning en de massa en bevat dus nog steeds een gelijkspanning die gelijk is aan de helft van de voedingsspanning. Men zal dus op de een of andere manier deze blokspanning die schommelt tussen $+U_b$ en de massa moeten omvormen in een blokspanning die varieert tussen $+1/2U_b$ en $-1/2U_b$. De frequentie van deze blokgolf wordt aan de lage kant begrensd door het knipperen van de uitlezing. Vanwege de traagheid van een LCD heeft men daar in de praktijk echter erg weinig last van en kan men werken met een frequentie van 30 Hz. Aan de hoge kant speelt de capacitieve belasting van het LCD een rol. De capaciteit van een LCD van 8 mm cijferhoogte en zeer hoogwaardige vloeistofkristallijne stof bedraagt ongeveer 150 pF. Bij grotere uitlezingen is het echter niet zinvol met meer dan 100 Hz aan te sturen. De belasting van de stuurschakelingen wordt alleen maar groter, hetgeen schakeltechnische problemen kan veroorzaken.

Heeft men in de praktijk te maken met enkelvoudige LCD's, zoals symbolen die aan of uit moeten worden geschakeld, dan kan men rechtstreeks aansturen met een blokgolf. Men moet dan echter de gelijkspanning blokkeren en dat kan met een van de schakelingen die in figuur 10-494 getekend zijn. In de bovenste figuur wordt de back-plane van het LCD aan de massa gelegd. De blokgolf wordt via een complementaire CMOS-eindtrap uit een CD4007 of CD4009 en via een scheidingscondensator aan de voorste elektrode van het LCD aangeboden. De topwaarde van de wisselspanning die aan het LCD wordt aangeboden is gelijk aan de helft van de voedingsspanning van de schakeling. De complementaire eindtrap is noodzakelijk om er zeker van te zijn dat de impedantie van de blokgolf zowel voor "H" als voor "L" constant is. Zou dit niet het geval zijn, dan zou de RC-kring die gevormd wordt door de uitgangsimpedantie van de stuurschakeling en de scheidingscondensator twee verschillende tijdconstanten hebben, waardoor er toch nog een gelijkspanningscomponent zou ontstaan. Complementaire CMOS-schakelingen hebben een constante uitgangsimpedantie van ongeveer 400 Ω en deze schakelingen voldoen dus uitstekend voor dergelijke toepassingen. Het is uiteraard ook mogelijk gebruik te maken van gebufferde NAND- of NOR-poorten uit de CD-serie. De tweede ingang van deze poort kan dan gebruikt worden voor het in- en uitschakelen van het LCD. Omdat condensatoren grote en dure onderdelen zijn kan men natuurlijk veel beter gebruik maken van de onderste schakeling. Zowel de voorste elektrode als de back-plane worden gestuurd uit een complementaire eindtrap. Beide schakelingen moeten nu door ten opzichte van elkaar geïnverteerde blokgolven worden gestuurd. Dit systeem is een beetje te vergelijken met de brugbesturing van luidsprekers in laagfrequent versterkers. Door de aansturing in tegenfase van de twee elektroden zal de ene op massapotentiaal staan als de andere op $+U_b$ staat en vice versa. Hoewel op beide elektroden een gelijkspanning van $+1/2U_b$ aanwezig is zal over het LCD dus géén gelijkspanning staan. Over de elektroden staat een wisselspanning waarvan de topwaarde nu gelijk is aan de grootte van de voedingsspanning.



Figuur 10-494: LCD (7).

LC-filter Een laagdoorlaat filter, dat is samengesteld uit condensatoren in serie en spoelen in parallel. De werking berust op het feit dat de impedantie van een condensator stijgt naarmate de frequentie van het signaal daalt en de impe-

dantie van een spoel daalt naarmate de frequentie daalt.

LC-ratio De verhouding tussen capacitieve en inductieve impedantie in een afgestemde LC-kring.

LDR Letterwoord voor "Light Dependent Resistor". Lichtgevoelige weerstanden kunnen uit diverse materialen gemaakt worden. In de meeste gevallen wordt gebruik gemaakt van gesinterd cadmium-selenide of cadmiun-sulfide, waarbij de voorkeur wordt gegeven aan laatstgenoemde verbinding omdat deze zijn maximale gevoeligheid heeft voor de kleur waarbij ook het menselijke oog zijn maximale gevoeligheid heeft. Daarnaast worden echter ook bepaalde halfgeleiders gebruikt, zoals germanium, silicium, gallium-arsenide en indium-antimoon. De lichtgevoeligheid kan worden verklaard doordat er, in de genoemde materialen, vrij veel beweeglijke ladingsdragers, gaten en elektronen, aanwezig zijn. De beweeglijkheid kan stijgen als de ladingsdragers energie absorberen van elektromagnetische straling die op het materiaal invalt. Voor het genereren van een "koppel", een gat/elektron-combinatie, moet er echter wel een minimale energie noodzakelijk zijn. Deze minimale energie hangt af van het materiaal. De energie die elektromagnetische straling kan afstaan is onder meer afhankelijk van de frequentie. Deze energie wordt uitgedrukt in elektronvolt, eV. Vandaar dat LDR's niet voor alle soorten licht even gevoelig zijn. In figuur 10-495 is getekend wat er in een LDR gebeurt als het onderdeel op een spanningsbron U wordt aangesloten. Als de LDR niet belicht wordt (links), dan zal er toch een zeer kleine stroom door de keten vloeien. De weerstand van de onbelichte LDR is dus zeer hoog. Deze stroom is het gevolg van spontane verplaatsing van ladingsdragers, onder meer als gevolg van thermische agitatie in het materiaal. Als de LDR belicht wordt (rechts) neemt het aantal vrije ladingsdragers in het materiaal sterk toe. De gaten emigreren naar de negatieve pool van de spanningsbron om een elektron op te nemen. De elektronen gaan naar de positieve pool van de spanningsbron om zich te koppelen aan een positief ion. Als gevolg van deze activiteit gaat er een grote stroom door de keten vloeien, het beste bewijs dat de weerstand van de LDR kleiner is geworden. Zoals reeds geschreven hangt de gevoeligheid van LDR's onder meer af van het materiaal waaruit het onderdeel is opgebouwd en van de golflengte van het licht. Bij een Ge-LDR ligt het maximum bij lichtstraling met een golflengte van 1,5 nm.

De weerstand van een LDR wordt gegeven door de uitdrukking:

$R = A\,E^{-\alpha}$

waarbij:

- R de weerstand is in Ω;
- E de verlichtingssterkte is in lux;
- A en α constanten zijn van het materiaal.

LDT Letterwoord voor "Local Descriptor Table". Een tabel met 8 byte lange descriptoren, die in de protected modus van Intel-processoren de segmenten van het geheugen beschrijft, die locaal zijn voor een bepaalde taak (task).

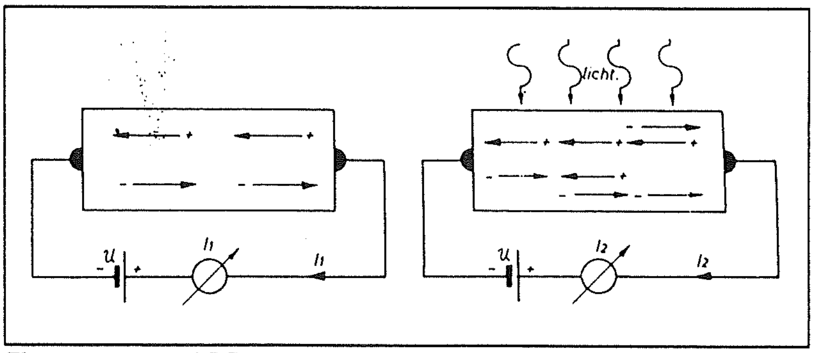
LDTR Letterwoord voor "Local Descriptor Table Register". Een register voor geheugenbeheer dat vanaf de 80286-processor wordt gebruikt en dat een selector bevat, die de descriptor voor de locale descriptor tabellen in de globale descriptor tabel aangeeft.

Leader Opnametechniek: het ongemagnetiseerde gedeelte aan het begin van een opnameband.
Computertechniek: een record dat vooraf gaat aan een groep records en dat deze groep identificeert.

Lead-in Zendtechniek: de meestal afgeschermde kabel die een antenne verbindt met een zender of een ontvanger. Opnametechniek: het ongebruikt deel aan het begin van de spiraal op een CD of DVD.

Leading edge De voorflank van een puls.

Leading ghost Een spookbeeld, dat op het scherm van een TV verschijnt en dat iets ***vóór*** het eigenlijke beeld staat.



Figuur 10-495: LDR.

Dergelijke spookbeelden ontstaan doordat het signaal van de zender via verschillende wegen de antenne bereikt. Als een van deze wegen korter of langer is dan de andere, ontstaan spookbeelden of ghost's op het scherm.

Leadless Chip Carrier Zie LCC.

Lead-out Het ongebruikte deel aan het einde van de spiraal op een CD of DVD.

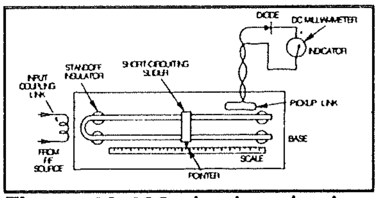
Leakage Engels voor "lek", zie aldaar.

Lease lijn Een telecommunicatie-lijn die voor permanent en exclusief gebruik wordt gehuurd van een maatschappij, bijvoorbeeld van PTT Telecom.

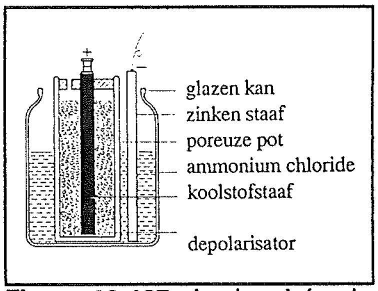
Least significant bit Afkorting LSB, zie aldaar.

Lecher draden Een methode om op een analoge manier zeer hoge frequenties te meten. De opstelling bestaat uit twee draden of staven die evenwijdig lopen en aan één kant zijn kortgesloten. Over de staven kan een kortsluitclip worden verschoven, zie figuur 10-496. HF-energie, waarvan de frequentie moet worden bepaald, wordt via een spoel in het circuit geïnjecteerd. Afhankelijk van de plaats van de kortsluitclip zullen er in de Lechter draden wél of géén staande golven ontstaan. Het ontstaan van staande golven kan gedetecteerd worden via een tweede spoeltje, aangesloten op een gevoelige analoge meter. Door nu de afstand te meten tussen twee plaatsen van de clip, waarbij staande golven ontstaan, kan men de golflengte en dus ook de frequentie van het signaal zeer nauwkeurig meten.

Leclanché-cel De eerste praktisch bruikbare elektrische cel, nu nog steeds in gebruik in bijvoorbeeld platte batterijen van 4,5 V. De Fransman Leclanché maakte in 1865 een cel, waarvan de samenstelling getekend is in figuur 10-497. De cel bestaat uit een glazen pot, die gevuld wordt met een verdunde oplossing van ammoniumchloride (salmiac) als elektrolyt. De ene elektrode wordt gevormd door een zinken staaf, de tweede door een staaf uit koolstof. De koolstof staaf hangt echter niet rechtstreeks in het elektrolyt, maar zit in een poreuze pot, die gevuld is met een menging van koolstofpoeder en magnesium-oxide. Deze stoffen gaan het polariseren van de cel tegen. Ook nu wordt op de positieve pool waterstof gas gevormd. Het magnesium-oxide zorgt er echter voor dat dit waterstof gas een chemische reactie aangaat, waardoor het gebonden wordt en de koolstaaf niet met microscopische gasbelletjes kan afsluiten. Uit de spanningsreeks kan men afleiden dat de cel van Leclanché een spanning afgeeft van 1,5 V. De cel van Leclanché werd zeer lang overal toegepast. Het enige nadeel van de cel is dat de depolarisator vrij traag werkt. Als er een grote stroom uit de cel getrokken wordt, zal er zoveel waterstof gas rond de koolstaaf ontstaan, dat het magnesium-oxide niet in staat is dit om te zetten. Vandaar dat de cel dan toch langzaam polariseert, met als gevolg dat de spanning gaat dalen. Als men de cel nadien echter een tijdje niet belast zal het magnesium-oxide zijn werk blijven doen en het gevormde waterstof omzetten. Nadien levert de cel weer zijn volle spanning van 1,5 V. Moderne cellen volgens dit oeroude principe worden bijvoorbeeld gebruikt in platte batterijen van 4,5 V. Hierin zijn drie Leclanché-cellen in serie geschakeld, waaruit de uitgangsspanning van 4,5 V verklaard wordt. Natuurlijk is het vrij onpraktisch om een cel te voorzien van een vloeistof als elektrolyt. Men kan echter ook een waterachtige pasta gebruiken, die de eigenschap heeft niet uit te vloeien. Een dergelijke cel wordt "droog" genoemd, omdat het elektrolyt aanwezig is onder de vorm van een pasta.



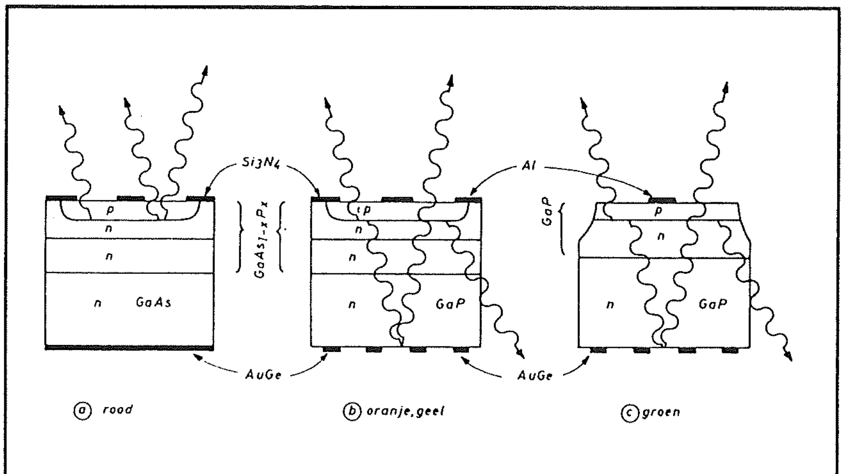
Figuur 10-496: Lecher draden.



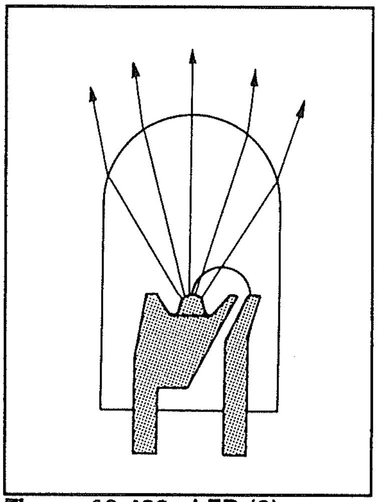
Figuur 10-497: Leclanché-cel.

LED Letterwoord voor "Light Emitting Diode", licht uitstralende diode. De LED is een van de producten van de moderne elektronica-technologie, die niet meer uit het dagelijkse leven is weg te denken en waarvan de ontwikkeling nog steeds doorgaat. Naast de reeds oeroude technieken om infrarode, rode, oranje, gele en groene LED's te maken, is men er sinds kort in geslaagd ook blauwe LED's te fabriceren. De volgende stap is het construeren van een LED, die wit licht uitstraalt. Als men er dan nog in slaagt het vermogen flink op te voeren, staat niets de toepassing van "koud" licht in de weg! De werking van een LED berust op het in doorlaatrich-

ting polariseren van een P/N-overgang. Hierdoor worden ladingsdragers in het aangrenzende materiaal geïnjecteerd, waar zij als minderheidsladingsdragers recombineren met meerderheidsladingsdragers. Bij dit proces wordt energie uitgestoten onder de vorm van elektromagnetische straling. Het komt er nu alleen op aan halfgeleidende materialen te verzinnen, waarbij de golflengte van deze elektromagnetische energie in het zichtbare gedeelte van het spectrum ligt. Voor rode LED's gebruikt men GaAs (gallium-arsenide) als basis, zie figuur 10-498. Voor oranje, gele en groene LED's wordt gebruik gemaakt van GaP, gallium-fosfide.
De chip-afmetingen van een LED bedragen ongeveer 300 µm bij 500 µm. Bij rood stralende LED's kan het licht alleen aan de bovenzijde uittreden, omdat het GaAs-substraat geen licht doorlaat. Bij de overige chip's kan het licht naar alle kanten stralen, omdat het substraat transparant is. Vandaar dat men de gele, oranje en groene chip's voorziet van een spiegelende onderkant, die er voor moet zorgen dat het naar onderen uitgestraalde licht wordt gereflecteerd.
Elektrisch bekeken zijn LED's normale PN-dioden, die in de doorlaatrichting worden gebruikt. De gangbare bedrijfsstromen liggen tussen 3 mA en 30 mA. De doorlaatspanningen zijn sterk afhankelijk van de kleur en variëren van ongeveer 1,6 V (rood) tot 2,4 V (groen). Omdat de stroom/spanning karakteristiek van een LED heel steil verloopt, moet men in ieder geval een stroombeperkende serie-weerstand opnemen. Nog beter is het gebruik te maken van een constante stroombron. De doorslagspanning van LED's (de maximale spanning die men er in sper overheen mag zetten) ligt tussen 20 V en 50 V. LED's schakelen zeer snel: rode hebben de kortste schakeltijd (ongeveer 50 ns), groene de langste (ongeveer 400 ns). De lichtopbrengst van een LED gaat langzaam, maar zeker achteruit. Toch is een levensduur van 10^5 uur, dat is meer dan elf jaar, niet abnormaal.
De chip's worden op de tot een reflector gevormde kopzijde van een metaalstrip gelijmd, de tweede aansluiting wordt gemaakt met een heel dun gouddraadje, zie figuur 10-499. Het geheel wordt omhuld met transparante of gekleurde kunststof, die bij standaard LED's een klein lensje vormt, zodat het licht iets gebundeld wordt.



Figuur 10-498: LED (1).


Figuur 10-499: LED (2)

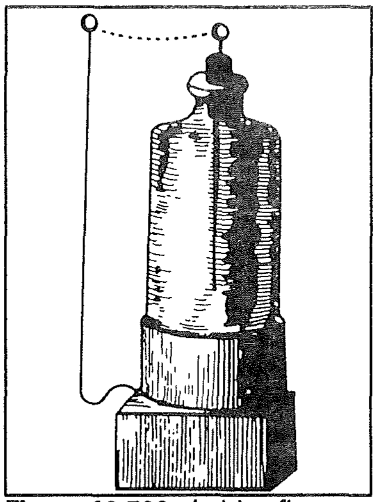
LED-printer Een toner-printer, waarbij de drum belicht wordt door een reeks uiterst kleine infrarode LED-chip's, die in een lineair array zijn opgenomen. Hoewel deze printers tot de categorie LASER-printers worden gerekend, heeft hun werking niets met LASER's te maken! Lees ook "LASER-printer".

Legering Een menging van minstens twee stoffen, die andere eigenschappen heeft dan de gemengde stoffen. In de elektrotechniek wordt veel van legeringen gebruik gemaakt. Een typisch voorbeeld zijn de Heuslertse legeringen: mengingen van mangaan met andere elementen zoals koper, aluminium en tin. Deze legeringen vertonen ferro-magnetische eigenschappen, wat zeer merkwaardig is, omdat de metalen die deel uit maken van de legering zélf niet in het minst deze eigenschappen vertonen.

Leiding In het algemeen een elektrische stroom geleidende draad, die gebruikt wordt voor het transporteren van elektrische energie of gegevens onder elektronische vorm.

Leidingszoeker Een apparaatje, waarmee men verborgen leidingen kan opsporen. De goedkoopste leidingzoekers zijn alleen in staat leidingen in muren en vloeren op te sporen, waar de netspanning op aanwezig is. Deze zijn voorzien van een klein spoeltje, dat het elektromagnetisch veld oppikt dat rond de leiding aanwezig is. Dit veld wekt in het spoeltje een 50 Hz wisselspanning op, die versterkt wordt en aan een luidsprekertje aangeboden. Het apparaat gaat dus zoemen als men er mee in de buurt van een netspanningsvoerende leiding komt.

Leidse fles De eerste condensator die ooit werd ontworpen en wel in 1745 door Musschenbroek, een professor aan de universiteit van Leiden. Een Leidse fles bestaat, zie figuur 10-500, uit een glazen fles, die aan weerszijden voorzien is van een geleidende laag. Men gebruikte in die jaren dunne folies van metalen, die op de glazen wanden van de fles werden gekleefd. De glazen fles werd gevuld met metaalsnippers en voorzien van een centrale geleider, voorzien van een bolletje. Als men de buitenste folie verbond met de aarde en het bolletje van de centrale geleider in aanraking bracht met een geladen voorwerp, dan bleek dat de elektriciteit van het voorwerp afvloeide naar de glazen fles en zich daar verzamelde. Bracht men enige keren de lading van een geladen voorwerp over naar de Leidse fles en raakte men nadien het bolletje van de centrale geleider aan, dan kreeg men een flinke schok! De twee metalen folies zou men nu de "elektroden" van de condensator noemen, de glazen wand van de fles het "diëlektricum".



Figuur 10-500: Leidse fles.

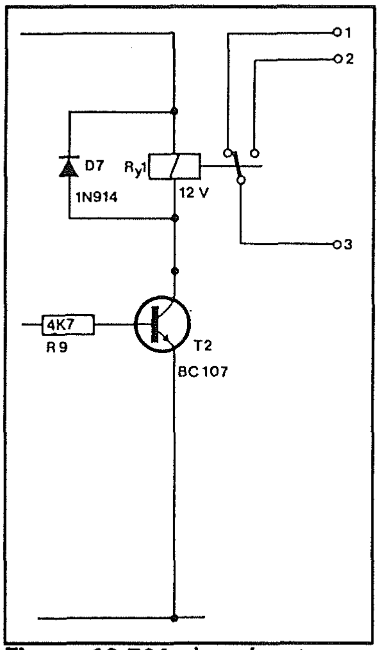
Lek In de elektriciteitsleer is van lek sprake als een elektrische grootheid, zoals spanning, stroom of magnetisme niet de gebaande paden volgt, maar voor een deel langs niet-geplande wegen gaat afvloeien. Zo heeft iedere transformator een lekveld, een deel van het magnetisch veld dat niet door de kern loopt, maar door de lucht er om heen. Dit lekveld is er aansprakelijk voor dat men gevoelige leidingen, zoals LF-signaaldraden, uit de buurt van een trafo moet houden.

Lekstroom De stroom die toch nog door een sperrende junctie (diode of transistor) vloeit.

LEMP Letterwoord van "Lightning Electro Magnetic Pulse", de zeer krachtige elektromagnetische stralingsimpuls die ontstaat rond een bliksemstraal en rond de plaats van een blikseminslag. Deze LEMP is zo sterk, dat in nabijgelegen leidingen grote spanningspieken kunnen ontstaan, die gevoelige apparatuur kunnen vernielen.

Lens Een apparaat, waarmee elektromagnetische golven (licht!) of elektronen worden gefocusseerd. Naast de bekende glazen lenzen, die gebruikt worden voor het focusseren van licht, gebruikt men in de elektronica ook nog magnetische en elektrostatische lenzen. Deze worden bijvoorbeeld gebruikt in elektronenmicroscopen voor het bundelen van een straal elektronen.

Lenz' wet Stelt dat als er in een elektrische keten door een bepaalde oorzaak een inductiestroom ontstaat, deze steeds zo gericht zal zijn dat de oorzaak wordt tegengewerkt. De wet van Lenz is een belangrijke fundamentele wet van de natuurkunde, omdat zij te interpreteren is in het kader van de algemene wet van behoud van energie. Daarnaast moet men bij het ontwerpen van elektronische schakelingen soms goed rekening houden met deze wet. Een voorbeeld is het schakelen van een relaisspoel met een transistor. Schakelt men het relais uit door de transistor naar sper te sturen, dan zal Lenz' wet er voor zorgen dat er in de spoel een inductiestroom en over de spoel dus een inductiespanning wordt opgewekt, die de oorzaak van de actie, het wegvallen van de stroom, wil tegenwerken. Deze zogenoemde "temk" is vele malen groter dan de voedingsspanning en kan tot resultaat hebben dat de transistor doorslaat. Om dergelijke effecten te voorkomen moet men een diode over de spoel van het relais opnemen, zie figuur 10-501.



Figuur 10-501: Lenz' wet.

Lesley Een effect dat gebruikt wordt bij de elektronische verwerking van muziek. Lesley is het best te vergelijken met het zeer snel volledig heen en weer draaien van de balanspotentiometer van een stereoversterker. Het geluid slingert dus in de ruimte heen en weer, het beste resultaat ontstaat als dit gebeurt met een frequentie rond 10 Hz.

Level Engelse term voor het algemene begrip "niveau". In de meeste gevallen wordt met level de grootte van een bepaald signaal bedoeld.

Level-compensator Een schakeling, die ongewenste fluctuaties op de grootte van een signaal compenseert.

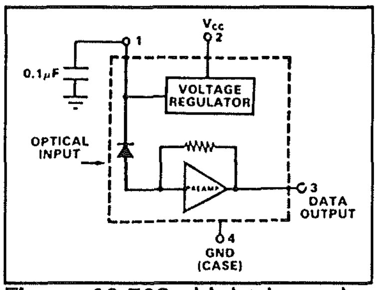
Level-triggered Een actie, die plaats vindt als een signaal een bepaald niveau bereikt. Een level-triggered flip-flop zal dus niet omslaan op de voor- of achterflank van een puls maar als de pulsspanning een bepaalde waarde overschrijdt.

LF Letterwoord voor "Laag Frequent", in het algemeen de lettercombinatie waarmee alles wordt aangeduid dat iets te maken heeft met het verwerken van audio. Een LF-versterker is dus een versterker, die signalen met frequenties tussen 20 Hz en 20 kHz versterkt. Bij radio-toepassingen alle frequenties tussen 30 kHz en 300 kHz, overeen komend met golflengten tussen 104 m en 103 m.

Library Engels voor "bibliotheek". In de computertechniek gebruikt om verzamelingen van data, instructies of functies aan te duiden.

Licht Elektromagnetische golven, waarvan de golflengten door het menselijk oog waargenomen kunnen worden. Het zichtbare spectrum gaat van violet (golflengte ongeveer 400 nm) tot donker rood (golflengte ongeveer 800 nm). De officiële golflengten voor een paar bekende kleuren zijn:
- donker rood: 760,8 nm;
- helder rood: 686,7 nm;
- oranje: 656,3 nm;
- geel: 589,0 nm;
- groen: 527,0 nm;
- helder blauw: 486,1 nm;
- donker blauw: 430,8 nm;
- violet: 396,8 nm.

Lichtdemodulator Een lichtgevoelige ontvanger, die de gegevens uit het licht haalt dat met deze gegevens werd gemoduleerd. In de meeste gevallen worden lichtdemodulatoren toegepast om het licht, dat via een glasvezelkabel wordt verstuurd, weer om te zetten in een elektrisch signaal. Lichtdemodulatoren werken met als basis een PIN-diode of een Avalanche-diode. Het grote voordeel van dit laatste onderdeel is dat het een interne versterking biedt, waardoor de diode veel gevoeliger is dan een PIN-diode. Avalanchedemodulatoren worden dan ook vaak gebruikt voor het afsluiten van een lange glasvezelverbinding. In figuur 10-502 is als voorbeeld het intern blokschema van de HFD3026-002 getekend, een lichtdemodulator met als basis een PIN-diode.



Figuur 10-502: Lichtdemodulator.

Lichtgeleider Een ander woord voor glasvezel kabel, zie aldaar.

Lichtgevende diode Zie "LED".

Lichtmodulatie Het omzetten van een elektrisch signaal in licht, bijvoorbeeld door de intensiteit van het licht te variëren op het ritme van het signaal of door het toepassen van pulsbreedte modulatie. Lichtmodulatoren worden voornamelijk toegepast bij glasvezelcommunicatie. Als bron wordt gebruikt gemaakt van een LASER-diode die meestal in het infrarood gedeelte van het spectrum uitzendt. Het elektrisch signaal wordt omgezet in een pulstrein, deze pulsen sturen de LASER-diode aan en uit. De lichtpulsen, die dus het signaal onder de vorm van modulatie bevatten, worden in een glasvezel ingestraald en aan de andere kant van de kabel weer omgezet in een elektrisch signaal via een lichtdemodulator, zie aldaar.

Lichtorgel Een schakeling die de intensiteit van gekleurde lampen varieert op het ritme van de amplitude en de frequentie

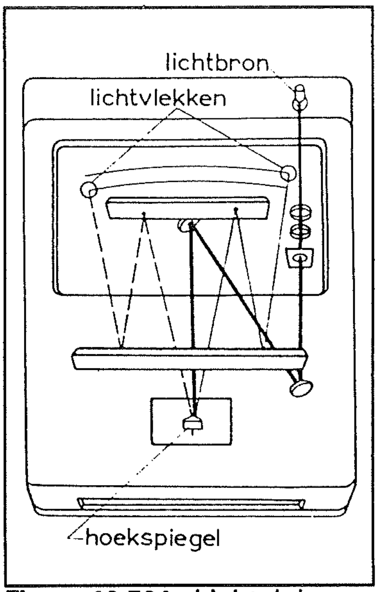
van een audio-signaal. Het blokschema van een lichtorgel is getekend in figuur 10-503. De ingang van een lichtorgel wordt meestal verbonden met één van de luidspreker-uitgangen van een LF-eindversterker. Na een scheidingstrap, die de rechtstreeks met het lichtnet verbonden schakelingen in het lichtorgel galvanisch scheidt van de versterker-elektronica, volgen meestal drie scheidingsfilters, die het frequentiespectrum splitsen in laag, midden en hoog. Nadien worden drie triac-schakelingen aangestuurd, die een rode (laag), groene (midden) en blauwe (hoog) lamp aansturen.

Lichtpen Een lichtgevoelige detector onder de vorm van een pen, waarmee men op een beeldscherm "iets" (bijvoorbeeld de positie van een pictogram) kan aanwijzen. Wanneer de elektronenstraal langs de punt van de pen komt, zal er in de foto-detector een puls worden gegenereerd. De computer bewaart de coördinaten van de lichtstraal op dat moment en "weet" aan de hand van deze coördinaten en de bitmap van de video-pagina in het geheugen wat er aangewezen werd. Er kan nu een actie worden uitgevoerd, bijvoorbeeld het tekenen van een lijn of het openen van een applicatie.

Lichtsluis Een uit een gebundelde lichtbron en een lichtgevoelige detector bestaande opstelling, waarmee men voorwerpen contactloos kan tellen of deuren en vensters kan bewaken. Als lichtbron wordt meestal een infrarood stralende LED toegepast, voorzien van een lensje. Als detector wordt meestal een PIN-diode gebruikt. De LED wordt op de PIN-diode gericht. De infrarode lichtstraal wekt in de schakeling na de PIN-diode een spanning op. Als de lichtstraal wordt onderbroken zal de spanning wegvallen, hetgeen op een eenvoudige manier gedetecteerd kan worden.

Lichtvlek meter Een zeer gevoelige analoge meter, waarbij de uitlezing wordt verkregen door een lichtvlek die over een schaal glijdt. Zoals uit figuur 10-504 blijkt, wordt een dunne straal licht van een lichtbron door een of meerdere draaibare spiegeltjes afgebogen. In de meeste gevallen worden de spiegeltjes aangedreven door magneetvelden die worden gegenereerd door de te meten grootheid. Het afgebogen licht wordt op de schaal geprojecteerd. Men kan het systeem zo gevoelig maken dat een draaiing van de spiegels over een paar graden al een grote verplaatsing van de lichtvlek over de schaal tot gevolg heeft.

LIFO Letterwoord van "Last In, First Out". Een schuifregister, waarbij de gegevens die het laatst worden ingelezen het eerst worden uitgelezen. Een andere toepassing van het LIFO-principe is de stack van een computergeheugen. In deze stack worden bijvoorbeeld de terugkeer-adressen van subroutine-call's opgeslagen. Het adres van de subroutine die het laatst werd aangeroepen (Last In) moet weer het eerst uit de stack worden uitgelezen (First Out).

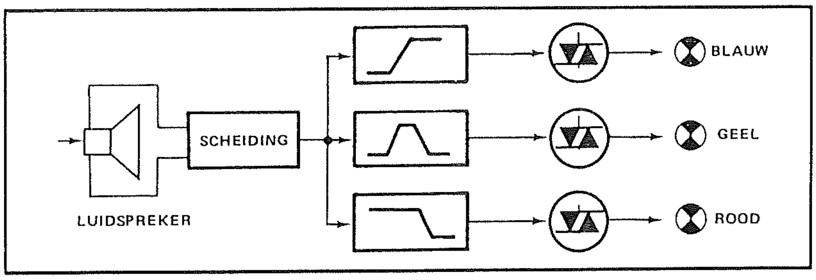


Figuur 10-504: Lichtvlek meter.

Light dependent resistor Zie "LDR".

Light emitting diode Zie "LED".

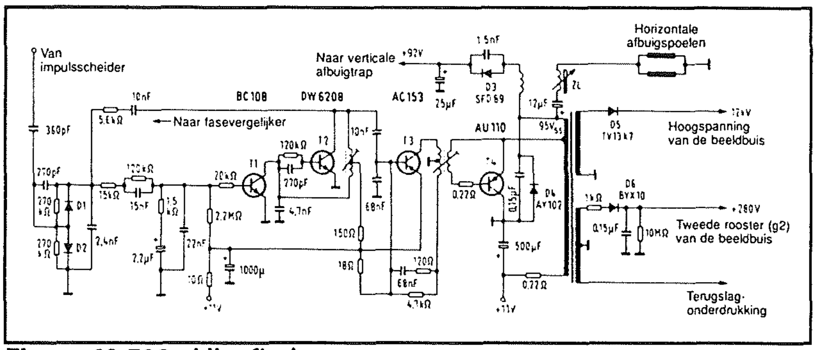
Lijn Heeft verschillende betekenissen in de elektronica. In de eerste betekenis is een lijn een elektrische of optische verbinding tussen twee apparaten. Deze betekenis kent men uit de telefoontechniek, onder andere in het begrip "de lijn is bezet". In de tweede betekenis is een lijn een onderdeel van de veldtheorie. Met een veldlijn worden alle punten van een elektrisch of magnetisch veld gedefinieerd, waarop de plaatselijke veldsterkte identiek van grootte is. In de derde beteke-



Figuur 10-503: Lichtorgel.

nis van het woord is een lijn het basisonderdeel waaruit één beeld op een TV- of monitorscherm wordt opgebouwd: één enkele afbuiging van de elektronenstraal van de linker naar de rechter kant van de beeldbuis. Bij TV wordt ***interliniëring*** toegepast: eerst worden de even lijnen geschreven, nadien de oneven. Eén compleet TV-beeld is dus opgebouwd uit twee halve beelden. Een en ander heeft te maken met de beperkte bandbreedte die ter beschikking stond toen het TV-principe werd ontwikkeld. In figuur 10-505 is het principe van de lijn-interliniëring geschetst.

Lijnafbuigtrap De schakeling in een TV of monitor die verantwoordelijk is voor de horizontale afbuiging van de elektronenspot en die de EHT (extra hoge spanning) genereert die de elektronen naar het scherm van de beeldbuis versnelt. De lijnafbuigtrap wordt gestuurd uit de horizontale synchronisatie-pulsen, die worden gegenereerd in de sync-scheider, zie figuur 10-506. Na enige voorbereidende bewerkingen, die tot doel hebben de lijnafbuiging te lineariseren, worden via een eindtransistor de horizontale afbuigtrafo en de horizontale afbuigspoelen aange-



Figuur 10-506: Lijnafbuigtrap.

stuurd. Uit de trafo wordt een spanning van 10 kV tot 25 kV gegenereerd voor de naversnelling van de elektronen. Daarnaast verzorgt deze trafo nog een paar hoge voedingsspanningen voor de vertikale afbuiging en voor het instellen van de beeldbuis.

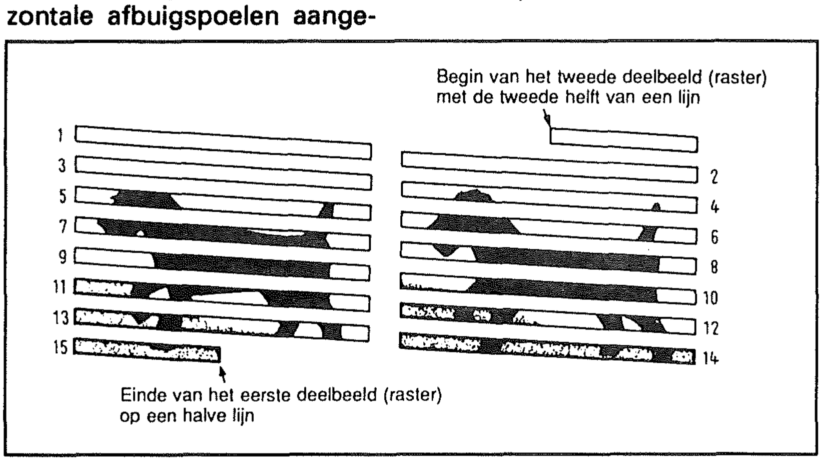
Lijndriver Een geïntegreerde schakeling die speciaal ontworpen is voor het aansturen van analoge of digitale lijnen, bijvoorbeeld RS232 lijnen. De karakteristieken van de lijndriver zijn aangepast aan de specificaties van het lijn-protocol. Voor een RS232 lijndriver betekent dit bijvoorbeeld:

- signaalspanningen tussen +/-5 V en +/-15 V;
- kortsluitstroom van maximaal 10 mA;
- steilheid van maximaal 30 V/µs;
- capacitieve belasting van maximaal 2,5 nF;
- uitgangsimpedantie van maximaal 25 Ω.

Lijnflikkering Het verschijnsel dat het beeld van een TV niet stabiel is, maar iets flikkert. Een gevolg van de lage herhalingsfrequentie van 25 hele beelden per seconde, lees ook "Lijn" en "Interliniëring". Lijnflikkering kan worden opgeheven door de moderne "100 Hz technologie". Hierbij worden alle halfbeelden gedigitaliseerd en opgeslagen in een geheugen. Dit geheugen wordt op de dubbele snelheid van 100 Hz uitgelezen, zodat ieder halfbeeld twee keer op het scherm wordt geschreven en er in totaal 100 halve beelden of 50 volle beelden per seconde worden geschreven.

Lijnfrequentie De frequentie waarmee één lijn op het scherm van een TV of monitor wordt geschreven. Bij Europese TV is de lijnfrequentie gelijk aan 15.625 Hz, zodat één lijn in 64 µs wordt geschreven. Bij monitoren voor computersystemen is er in feite geen standaard-frequentie, maar wordt tegenwoordig met lijnfrequenties van meer dan 70 kHz gewerkt.

Lijnprinter Een uitvoerapparaat voor computer-systemen, waarbij de gegevens lijn na lijn van de computer naar de prin-



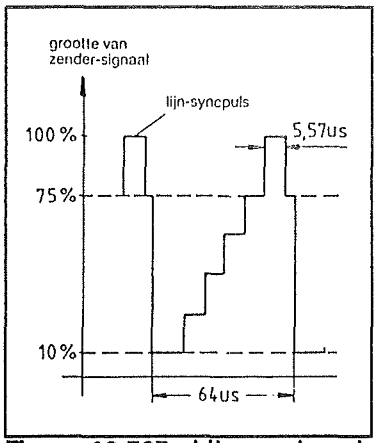
Figuur 10-505: Lijn.

ter worden gestuurd en de gegevens lijn na lijn op het papier worden geprint. Oude matrixprinters zijn typische voorbeelden van lijnprinters, maar ook de meeste moderne inkjetprinters werken volgens dit procédé.

Lijnselector Een apparaatje, waarmee men één welbepaalde lijn kan selecteren uit de 625 die per seconde worden verzonden door een TV-zender of videocamera. Lijnselectoren zijn in feite onmisbare apparaatjes voor iedereen die op een serieuze manier TV's wil repareren. Dank zij een lijnselector kan men bijvoorbeeld een van de EBU-VIT testlijnen (zie aldaar) selecteren en op het scherm van een oscilloscoop zichtbaar maken. Ook is het mogelijk de lijnen die gebruikt worden voor het coderen van Teletext een voor een op het scherm te zetten.

Lijnstroom De stroom die door een lijn vloeit, vaak gebruikt in combinatie met de netspanning. Is in een installatie de maximale lijnstroom 16 A, dan betekent dit dat deze lijn afgezekerd is met zekeringen van 16 A.

Lijnsynchronisatie Het systeem waarmee er voor gezorgd wordt dat het schrijven van de lijnen van een TV-beeld in de camera en in de ontvanger volledig synchroon verloopt. Om dit te verwezenlijken wordt na ieder lijnsignaal een zogenoemde lijnsynchronisatie-puls uitgezonden, zie figuur 10-507. Deze puls wordt in de TV-ontvanger gebruikt voor het naar de linker rand van het beeldscherm sturen van de elektronenspot. De breedte van de lijn-sync is gestandaardiseerd op 9 % van de breedte van een lijn, dus op 5,57 µs. De pulsen steken boven de zwartwaarde van het beeld uit. Als de totale modulatie-diepte van een lijn 100 % bedraagt, dan gaan de lijn-sync's van 75 % tot 100 %.

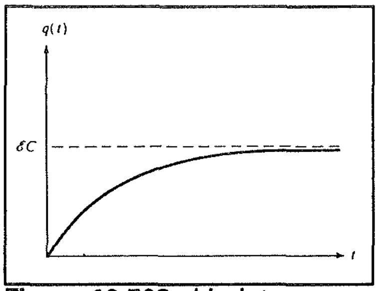


Figuur 10-507: Lijnsynchronisatie.

Lijnterugslag Het verschijnsel dat de elektronenspot van een beeldbuis bij het bereiken van de rechter beeldrand terug springt naar de linker beeldrand. Om dit verschijnsel onzichtbaar te maken wordt de elektronenstraal tijdens de terugslag onderdrukt, zodat er géén beeld op het scherm geschreven wordt.

Lijntransformator De speciale trafo die in iedere TV en monitor aanwezig is en die wordt gebruikt voor het genereren van de extra hoge spanning (EHT) voor het versnellen van de elektronen naar het scherm. Lees ook "Lijnafbuigtrap".

Limiet Grenswaarde, een waarde waar een grootheid naar streeft, maar die nooit voor 100,0 % bereikt wordt. Een mooi voorbeeld van een limiet treft men aan bij het opladen van een condensator. Als een condensator via een weerstand wordt opgeladen uit een batterij, dan zal de spanning over de condensator eerst snel stijgen, zie figuur 10-508, maar nadien steeds trager. Hoewel het voor de hand ligt te veronderstellen dat de condensatorspanning na een bepaalde tijd gelijk wordt aan de spanning van de batterij, is dit niet zo. De batterijspanning is een limietwaarde, waar de spanning over de condensator naar streeft, maar zuiver wiskundig bekeken alleen na een oneindige tijd kan bereiken.



Figuur 10-508: Limiet.

Limiter Engels voor "begrenzer". Een schakeling waarmee men het niveau van een signaal op een maximale waarde kan begrenzen. Limiters hebben heel veel toepassingen in de elektronica. Bekend is de limiter, waarmee men het uitgangsvermogen van de geluidsinstallatie in een discotheek wettelijk op een bepaald aantal dB moet begrenzen. Limiters werken met niet-lineaire versterkers, bijvoorbeeld logaritmische versterkers, of met spanningsgestuurde versterkers (VCA's). In dit laatste geval wordt een terugkoppeling ingebouwd van de uitgang naar de stuur-ingang van de VCA. Hoe hoger het uitgangsniveau, hoe minder de VCA gaat versterken, waardoor het uitgangsniveau weer gaat dalen en het limiter-effect ontstaat.

Lindemann elektrometer Een zeer gevoelige elektrometer met bovendien een zeer lage eigen capaciteit. Het gevoelige

onderdeel is een zeer dunne kwarts-naald, voorzien van een opgedampte metaallaag. Deze zeer lichte naald is opgehangen aan een gemetaliseerde kwartsdraad en kan uitwijken ten opzichte van een metalen plaat die de andere elektrode vormt.

Line Engels voor "lijn", zie aldaar.

Lineair Men noemt een schakeling of systeem lineair, als er een recht-evenredig verband bestaat tussen de grootheid aan de ingang en de grootheid aan de uitgang. Hetgeen wil zeggen dat, als de ingangsgrootheid verdubbelt, ook de uitgangsgrootheid zal verdubbelen. Een vervormingsarme analoge versterker voor een audio-signaal is een typisch voorbeeld van een lineaire schakeling. De transfer-karakteristiek van een lineair systeem kan wiskundig worden beschreven met de uitdrukking:

$U_{uit}=k*U_{in}$

waarbij k een constant getal is.

Lineaire motor Een aandrijfeenheid in een harde schijf, waarmee de koppen gepositioneerd kunnen worden. Het systeem bestaat uit een met de koppen verbonden permanente magneet die heen en weer kan bewegen in een spoel. De stroom door de spoel wordt door een regelkring gestuurd, zodat de permanente magneet *lineair* heen en weer kan bewegen en de koppen heel nauwkeurig boven het magnetisch oppervlak van de schijven geplaatst kunnen worden.

Lineaire PCM Een vorm van puls code modulatie waarbij géén compressie wordt toegepast. Bij PCM wordt een analoog signaal omgezet in een serie digitale codes. Iedere code representeert de grootte van een sample (monster) van het analoog signaal. Nu kan men bij dit digitaliseren in principe wiskundige algoritmen toepassen, waardoor er geen lineair verband bestaat tussen de amplitude van het sample en de digitale code. Bij telefonie wordt bijvoorbeeld met A-law en µ-law niet-lineaire PCM gewerkt, met als voordeel dat de verstaanbaarheid toeneemt. Bij PCM zal het "digitaal gewicht" van iedere code recht-evenredig zijn met de analoge amplitude van het sample. Een typisch voorbeeld van lineaire PCM is de manier waarop Audio-CD's werken.

Lineaire quantisering Andere benaming voor het begrip "Lineaire PCM", zie aldaar.

Lineaire schakeling Een schakeling, waarbij er een lineair of recht-evenredig verband bestaat tussen de grootheid aan de ingang en de grootheid aan de uitgang. Zie ook "Lineair".

Lineaire sweep Een afbuiging van de elektronenspot over het scherm van een beeldbuis, waarbij de spot per tijdseenheid een constante afstand aflegt.
Voor deze techniek heeft men een zaagtandspanning als afbuigspanning nodig.

Lineaire versterker Zie "Lineaire schakeling".

Lineaire vervorming Een vervorming op een analoog signaal, waarvan de waarde onafhankelijk is van de grootte van het signaal. De beruchte "cross-over vervorming" van transistor eindversterkers is een typisch voorbeeld van een lineaire vervorming. De grootte van deze vervorming wordt immers alleen bepaald door de instelling van de twee eindtransistoren en is niet afhankelijk van de grootte van het signaal.

Lineariteit Een term waarmee wordt aangegeven dat een grootheid recht evenredig en gelijkvormig verandert met de variatie van een tweede grootheid. Een analoge versterker met een versterkingsfactor A zal lineair werken, als een variatie van n V aan de ingang een variatie van A*n V aan de uitgang tot gevolg heeft. Lees ook "Lineair".

Line conditioning Een techniek die bij analoge data-communicatie (telefonie!) wordt gebruikt en die er op neer komt dat door het opnemen van serie-spoelen de kwaliteit van de analoge data-communicatie verbetert. De spoelen zorgen voor het recht trekken van de doorlaatband en het compenseren van fase-verschuivingen.

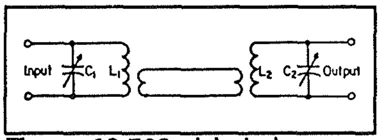
Line feed Een ASCII-code, die er voor zorgt dat een printer die deze code ontvangt het papier over één regelafstand zal transporteren.

Line printer Engels voor "lijnprinter", zie aldaar.

Link Engels voor "koppeling". In de elektro-techniek wordt het begrip "link" in verschillende betekenissen gebruikt. In de eerste betekenis is een link een klein koppelspoeltje, waarmee men HF-energie in een systeem injecteert. In de tweede betekenis is een link een verbinding tussen twee communicatie-systemen in de breedste betekenis des woords, bijvoorbeeld tussen een locatiestudio en de vaste studio, tussen de ene computer en de andere computer, tussen een draagbare draadloze microfoon en een mengtafel, etc. In de derde betekenis is een link een verwijzing in een WWW-pagina naar een ander deel van de pagina, naar een figuur, naar een bestand, naar een an-

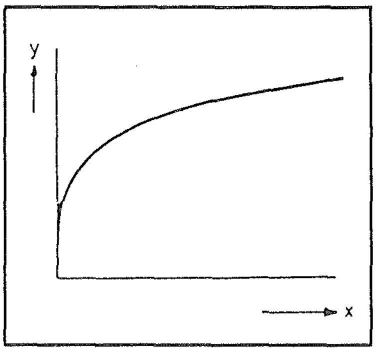
dere pagina in dezelfde WWW-site of naar een andere Internet-server. Deze link's worden in de meeste WWW-browsers in een andere kleur op het scherm gezet en onderstreept. Het volstaat één maal met de muis op de link te klikken om de link te activeren. In de vierde betekenis is een link een adres in een branch-instructie, waarin het retour-adres van een sub-routine wordt opgenomen.

Link-koppeling Een zeer lage impedantie koppeling via een klein spoeltje (meestal bestaande uit slechts één winding), waarmee HF-energie wordt overgedragen van een schakeling op een kabel of van een kabel op een schakeling. In figuur 10-509 is een voorbeeld van een dubbele link-koppeling getekend: van een schakeling naar een kabel en van de kabel weer naar een schakeling.



Figuur 10-509: Link-koppeling.

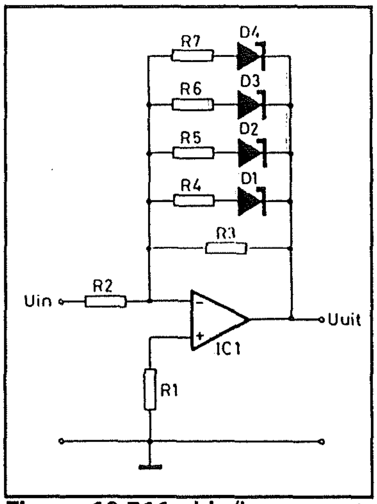
Lin/log-omzetter Een schakeling die een analoge spanning omzet in een spanning, waarvan de grootte een logaritmisch verband heeft met de grootte van het ingangssignaal. De transfer-karakteristiek van een dergelijke schakeling is getekend in figuur 10-510. Lin/log-omzetters worden bijvoorbeeld gebruikt voor het sturen van dB-meters met een lineaire schaal. Omdat de dB zélf een logaritmische grootheid is, moet men het te meten signaal omzetten in zijn logaritme, als men prijs stelt op een lineaire schaal.



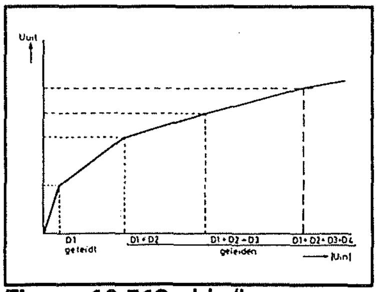
Figuur 10-510: Lin/log-omzetter (1).

De basis-schakeling van een lin/log-omzetter is getekend in figuur 10-511. De allereenvoudigste, maar ook minst nauwkeurige lin/log-omzetter maakt gebruik van zenerdioden in de terugkoppeling van een operationele versterker. Door de zenerdioden in de terugkoppeling op te nemen wordt de versterkingsfactor van de schakeling afhankelijk van de grootte van de uitgangsspanning en dus ook van de ingangsspanning. Is de uitgangsspanning lager dan de doorslagspanning van de zeners, dan wordt de versterking van de schakeling bepaald door de verhouding tussen de weerstanden R2 en R3. De versterking is dan vrij hoog, zodat de transfer-karakteristiek steil verloopt. Stijgt de uitgangsspanning, dan gaat de zener D1 doorslaan, met als gevolg dat de weerstand R4 parallel komt te staan aan de weerstand R3. De versterkingsfactor gaat dalen, zodat de transfer-karakteristiek iets vlakker gaat verlopen. Stijgt de uitgangsspanning nog meer, dan gaat ook de zener D2 doorslaan en komt R5 parallel te staan aan R3 en R4. De versterking daalt nog meer, de transfer-karakteristiek verloopt nog vlakker. Naarmate meer en meer zeners doorslaan komen er meer en meer weerstanden parallel te staan aan R3 en zal de versterking van de trap meer en meer dalen. De transfer-karakteristiek van de schakeling verloopt dan ook getrapt, zoals voorgesteld in figuur 10-512. De karakteristiek is dus een benadering van de ideale wiskundige logaritmische karakteristiek van figuur 10-510. Het grote nadeel van deze eenvoudige schakeling is dat men erg weinig invloed heeft op de plaats van de knikpunten in de karakteristiek. Men heeft immers maar een beperkte keuze in de doorslagspanningen van zenerdioden! Vandaar dat het met een dergelijke schakeling niet mogelijk is de ideale karakteristiek zeer precies na te maken.

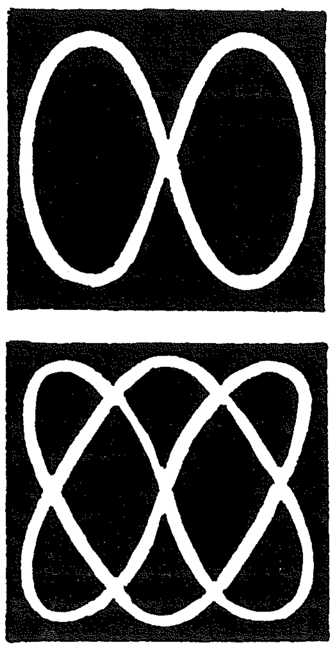
Lees ook "Log".



Figuur 10-511: Lin/log-omzetter (2).



Figuur 10-512: Lin/log-omzetter (3).



Figuur 10-513: Lissajous-figuren.

Liquid Crystal Display Zie "LCD".

LISP Letterwoord voor "LISt Processor". Een computertaal die gespecialiseerd is in de verwerking van lange lijsten met data.

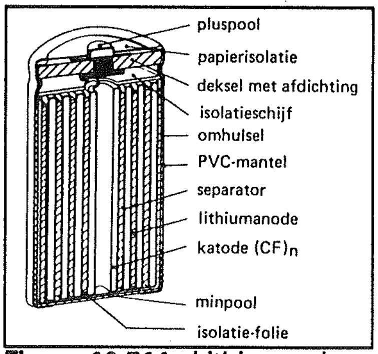
Lissajous-figuren Figuren die op het scherm van een oscilloscoop ontstaan als men de tijdbasis uitschakelt en de horizontale en vertikale ingangen verbindt met sinusoidale spanningen met verschillende frequenties. Voor bepaalde frequentie-verhoudingen ontstaan typische Lissajous-figuren, waardoor het mogelijk wordt de verhouding tussen de twee frequenties te interpreteren. Omdat alleen stilstaande plaatjes op het scherm verschijnen als de frequentie-verhoudingen exact wiskundig gelijk zijn 2/1, 3/2, 4/3, etc., kan men met behulp van deze figuren twee frequenties heel nauwkeurig ten opzichte van elkaar afregelen. In figuur 10-513 zijn twee typische Lissajous-figuren voorgesteld, die ***stilstaand*** op het scherm verschijnen bij frequentie-verhoudingen van 2/1 (boven) en van 3/2 (onder).

Listener Op een IEC-bus een apparaat dat gegevens ontvangt.

Listing Een afgedrukte lijst van een computerprogramma.

ListServ Een programma voor het beheren van discussiegroepen of forums op het Internet. Met dit programma kunnen bijdragen voor een groep of een forum automatisch gedistribueerd, toegevoegd of verwijderd worden. ListServ is een vrij beschikbaar programma dat lijsten aanlegt. Sommige lijsten zijn open, hetgeen betekent dat iedereen die op een lijst voorkomt een bericht kan versturen naar alle deelnemers aan de lijst. Andere lijsten zijn gesloten, hetgeen betekent dat alleen bepaalde gebruikers/sters informatie op de lijst kunnen plaatsen.

Lithium-cel Een moderne knoopcel, op basis van lithium en mangaan. De belangrijkste eigenschap van dit soort cellen is de lange houdbaarheid: tien jaar en langer. Vanwege deze eigenschap zijn Li-cellen ideale voedingsbronnen voor apparaten die slechts af en toe gebruikt worden, maar ook na jaren zonder problemen moeten werken. Li-cellen worden tegenwoordig dan ook bij voorkeur gebruikt als "stand-by"-cel in bijvoorbeeld computers, draagbare telefoons, draagbare elektronische agenda's, etc. Li-cellen leveren een onbelaste spanning van ongeveer 3,2 V en zijn leverbaar met capaciteiten tussen 400 mAh en 2.000 mAh. De zelfontlading is kleiner dan 1 % per jaar, de bedrijfstemperatuur gaat van -30 °C tot +75 °C. De samenstelling van een bepaald soort Li-cel is getekend in figuur 10-514. Met opzet wordt geschreven "bepaald soort", omdat er heel wat verschillende technologieën zijn ontwikkeld om het tamelijk explosieve metaal lithium op een veilige manier in een cel op te nemen. Zo kan men geen gebruik maken van elektrolyten op waterbasis, omdat lithium zeer hevig chemisch reageert op water. Meestal gebruikt men een organisch oplosmiddel (acetonnitril), waarin het zout van een alkalimetaal wordt opgelost om het elektrolyt de noodzakelijke elektrische geleidbaarheid te geven. Als kathode wordt gebruik gemaakt van vaste, vloeibare of gasvormige substanties, zoals MnO_2, SO_2, $SOCl_2$ of $(CF)_n$ (polykoolmonofluoride).



Figuur 10-514: Lithium-cel.

Little-Endian formaat Een formaat voor het opslaan van getallen in meer dan een byte. Bij het Little-Endian formaat worden de hogere bytes van een grootheid opgeslagen in de hogere adressen en de lagere bytes in de lagere adressen. De 80x86-familie microprocessoren van Intel gebruikt dit formaat. Bij de gebruikelijke notatie van grootheden die uit meerdere bytes bestaan, met

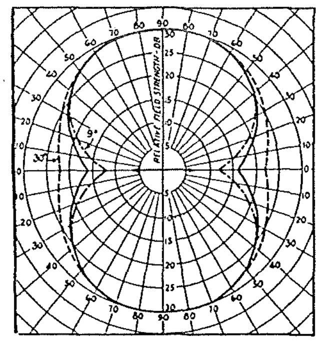
het hoogste bit links en het laagste bit rechts, lijkt de volgorde in het geheugen dus spiegelverkeerd ten opzichte van het LE-formaat.

Litze-draad Een uit heel veel zeer dunne ***geïsoleerde*** draadjes samengestelde wikkeldraad, die wordt gebruikt voor het wikkelen van spoelen in de HF-techniek. De draadjes worden op een bepaalde manier geweven, waardoor ieder draadje regelmatig aan het oppervlak van de wikkeldraad komt te liggen. Litze-draad heeft als voordeel dat het Skineffect (zie aldaar) wordt gecompenseerd, omdat het totale oppervlak van de wikkeldraad nu veel groter is geworden. Litze-draad heeft dus een zeer lage impedantie voor HF-stromen, zeker als men gebruik maakt van verzilverde of vergulde draadjes. Het nadeel van Litze-draad is dat het heel moeilijk te solderen is, omdat men ieder uiterst dun draadje eerst van zijn isolerende laklaag moet bevrijden, ieder draadje afzonderlijk vertinnen, nadien alle vertinde draadjes twisten en maar eerst dan de soldering tot stand kan brengen.

Load Computer-techniek: een commando voor het inlezen van programma's of gegevens in een computergeheugen. Algemene elektronica: Engelse term waarmee "belasting" wordt bedoeld.

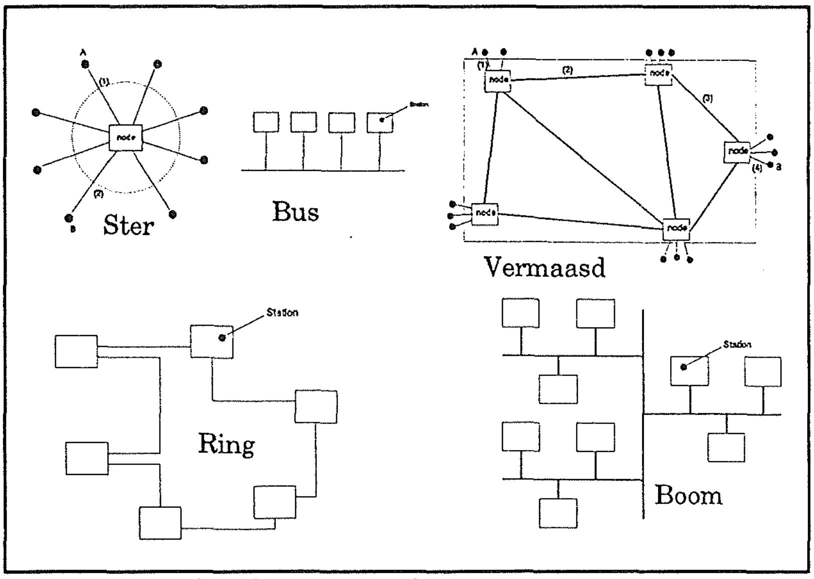
Lob Een speciale, meestal ellipsvormige vorm van de gevoeligheids-karakteristiek van een antenne of een microfoon. In figuur 10-515 is de lob-vormige karakteristiek van een horizontale halve-golflengte antenne weergegeven.

Local area network Afgekort tot LAN. Een computernetwerk dat computers en perifere apparatuur met elkaar verbindt. De maximale reikwijdte van een LAN bedraagt meestal 500 m. De meeste LAN's zijn opgebouwd met Ethernet- of Token-Ring technologieën. Ethernet is een LAN-technologie die in 1976 door Xerox werd ontwikkeld en een netwerk-verbinding met coaxiale kabels voorop stelt. De overdrachtsnelheid bedraagt 10 Mbit/s. Er bestaan twee uitvoeringen van Ethernet, namelijk Thin Ethernet en Thick Ethernet. Het opvallendste verschil zit in de dikte en impedantie van de noodzakelijke kabel-verbindingen. In de basis-uitvoering kan men 100 stations op een Ethernet-netwerk aansluiten. Token-Ring werd ontwikkeld door IBM en wordt gekenmerkt door een logische ringstructuur. In deze ring kan men echter locaal een ster samenstellen.
Het voornaamste kenmerk van een LAN is de ***topologie***. Een topologie van een netwerk geeft de fysische en logische plaatsing van de stations ten opzichte van elkaar aan en de afhandeling van het berichtenverkeer tussen die stations. Netwerken kunnen in het algemeen uitgevoerd worden met een van de onderstaande topologieën:
- ster;
- bus;
- maas;
- ring;
- boom.



Figuur 10-515: Lob.

Deze vijf principiële systemen worden grafisch met elkaar vergeleken in figuur 10-516.



Figuur 10-516: Local area network.

Als een station op een LAN zendt, nemen alle andere stations die op het medium zijn aangesloten deze activiteit waar. Dit houdt in dat door het delen van het medium er op een bepaald moment maar één station kan zenden op één en hetzelfde kanaal, dit betekent dat er zogenaamde half-duplex transmissie plaatsvindt. Dit is één van de voornaamste eigenschappen van een LAN!
Bij een ringstructuur gaat het medium door alle stations heen in plaats van er langs zoals bijvoorbeeld bij een busstructuur het geval is. Bij de ringtopologie zijn de stations zodanig langs het medium geplaatst dat een bericht door alle stations gaat voordat dit terugkeert naar het oorspronkelijke zendende station. De stations vormen hierbij een gesloten cirkel waarbij de stations alle berichten die worden ontvangen met enige vertraging (ongeveer 2 bit) doorzenden naar het volgende station. Het station waarvoor het bericht bestemd is, zal het bericht daarbij ook nog in zijn werkgeheugen kopiëren. Zodra het bericht weer is aangekomen bij het station dat het bericht heeft verstuurd, zal dit station het bericht weer van het medium verwijderen. Zou dit niet gebeuren, dan zou het bericht eindeloos de ring rond worden gestuurd.
Bij een busstructuur zijn alle stations aangesloten op het medium. Dit medium is een lijn met minimaal twee eindpunten. Alle stations luisteren voortdurend naar het medium en kopiëren de informatie van het medium wanneer de informatie voor het betreffende station bestemd is. De informatie hoeft niet door het zendende (bron)station van het medium te worden gehaald zoals bij LAN's met een ringstructuur, dit omdat de lijn eindig is.
Een boom is een bus waarbij de kabel aan één of beide einden is afgetakt. Ook hierbij bestaat tussen elke twee stations altijd maar één transmissiepad. De bus- en/of boomstructuren worden toegepast in breedband-LAN's en ook bij vele basisband-LAN's.
De sterstructuur wordt tegenwoordig ook steeds meer in LAN's toegepast. De bekabeling is dan van het type twisted-pair (UTP) en de netwerkstructuur vertoont sterke gelijkenis met het publieke telefoonnetwerk. Om dit sternetwerk fysiek te kunnen opbouwen wordt er gebruik gemaakt van zogenaamde hub's (ETHERNET, Arcnet) of Multiple Access Units (MAU's in een Token-Ring netwerk). De hub's c.q. MAU's vormen in principe de verdeelkasten van het LAN. Intern zal een MAU of hub veelal de structuur van een ring of bus aannemen. Naast eenvoudige sternetwerken op basis van een hub kunnen ook de verschillende hub's in een sternetwerk aan elkaar worden gekoppeld. Bij toepassing van MAU's in een Token-Ring netwerk kunnen de verschillende MAU's in een ring aan elkaar worden gekoppeld.

Locale bus Een fundamentele computer-architectuur, meestal afgekort tot LB. In 1992 werd een nieuwe moederbord-architectuur gelanceerd onder de naam "Local Bus", afgekort tot "LB". Een LB-systeem is in principe nog steeds gebaseerd op een gewoon (E)ISA-systeem, dat is uitgebreid met één of meer insteekplaatsen voor uitbreidingskaarten die rechtstreeks op de zeer snelle interne bus zijn aangesloten. Op zo'n interne (locale) insteekplaats staan niet alleen alle 32 datalijnen ter beschikking, zij wordt ook met dezelfde frequentie geklokt als de processor, bij een 100 MHz systeem dus een met de verhoudingsgewijs hoge bus klokfrequentie van eveneens 100 MHz. Daardoor worden via deze speciale insteekplaatsen tot voorheen niet voor mogelijk gehouden overdrachtsnelheden bereikt die theoretisch kunnen oplopen tot ongeveer 100 MB/s. In hardware specifieke tests kwamen dergelijke snelheden tenminste binnen bereik. In de praktijk van alledag zal men zich toch met veel lagere snelheden tevreden moeten stellen. Bij een niet-locale bus worden de slot's via de I/O-interface met het systeem verbonden en de klokfrequentie wordt hier gereduceerd tot maximaal 10 MHz. Bij een LB-systeem is de enige uitbreiding dat er nu een aantal LB-slot's aanwezig zijn, die rechtstreeks zijn aangesloten op de interne bus van het systeem en dus geklokt worden met dezelfde frequentie als de processor.
De voordelen van een LB-systeem zijn:
- directe aansluiting op de processor;
- 32 bit gegevensoverdracht;
- hoge klokfrequentie.

Omdat ook een LB moederkaart over normale (E)ISA-slot's beschikt, kunnen alle bestaande kaarten op een moederbord van dit type worden gebruikt. Bij de meeste LB moederborden zijn tegenwoordig drie specifieke LB-slot's aanwezig.
Er bestaan twee concurrerende vertegenwoordigers van een LB-systeem:

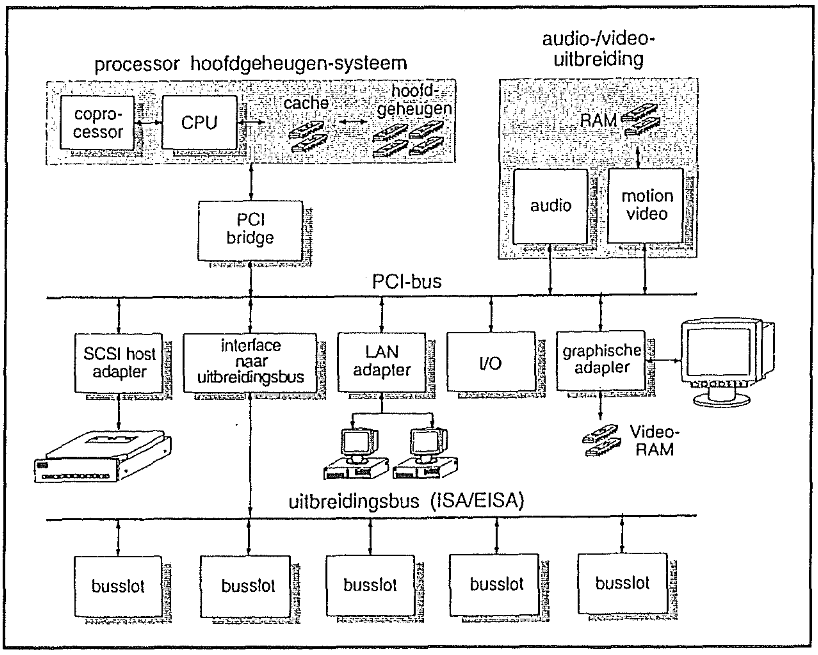
- PCI;
- VESA.

PCI is het letterwoord voor "Peripheral Component Interconnect".

Deze local bus werd ontwikkeld door Intel, met uiteraard als groot voordeel dat deze belangrijkste IC-producent van het PC-wereldje onmiddellijk ondersteunende chip-set's kon aanbieden. De algemene kenmerken van een PCI-systeem kunnen als volgt worden samengevat:

- ontkoppeling van de processor en de PCI-bus door het toepassen van een zogenoemde "bridge";
- de standaard 32 bit busbreedte geeft een theoretisch maximale transfer-rate van 133 MB/s;
- de uitbreiding tot 64 bit busbreedte geeft een theoretisch maximale transfer-rate van 266 MB/s;
- zogenoemde "burst-mode" voor zeer snelle data-overdracht;
- het systeem ondersteunt automatisch uitbreidingskaarten die werken op voedingsspanningen van +5 V of van +3,3 V;
- het systeem geeft de mogelijkheid dat kaarten de controle over de bus overnemen, het zogenoemde "bus-mastering"-principe;
- zowel de adres- als de databus worden gemultiplexed, hetgeen betekent dat één aansluiting van de bus zowel een adresserings- als een gegevens-functie heeft, met als voordeel een zeer efficiënt gebruik van het aantal aansluitingen;
- de PCI-bus ondersteunt zowel de oude ISA-, EISA- als MCA-kaarten;
- de volledige bus kan geconfigureerd worden via software, die de inhoud van registers beïnvloedt;
- de PCI-bus is processor-onafhankelijk.

De algemene structuur van een PCI-bus is getekend in figuur 10-517. Het belangrijkste kenmerk van de PCI-structuur is de absolute scheiding tussen enerzijds het deel processor/geheugen en anderzijds de perifere schakelingen. Verantwoordelijk voor deze scheiding is de "PCI-bridge". Deze brug kan opgevat worden als een transparante interface tussen twee bussystemen. Transparant wil zeggen dat de scheiding alleen hardwarematig bestaat. Softwarematig kan de scheiding via de transparante brug overwonnen worden. De ontkoppeling van processor en rest van het systeem gaat zo ver, dat processor en brug parallel kunnen werken. Zo is het bijvoorbeeld mogelijk dat, als de processor even geen PCI-eenheden moet benaderen maar een geheugencyclus uitvoert, de PCI-bridge volledig zelfstandig gegevens tussen twee PCI-eenheden organiseert. Aan de PCI-bus worden "PCI-agents" gekoppeld: perifere apparatuur die rechtstreeks gebruik wenst te maken van de eigenschappen van PCI, zoals de hoge transfer-rate en de mogelijkheid tot busmastering. Typische voorbeelden van PCI-agents zijn SCSI-adapters, LAN-adapters, grafische kaarten en de I/O-adapter. Tegenwoordig zijn de meeste PCI-agents in het moederbord geïntegreerd. Het gevolg is dat een typisch PCI-moederbord slechts drie echte PCI-slot's heeft, waarop men bijvoorbeeld een snelle data acquisitie kaart of een multi-media kaart met live video kan aansluiten. Dergelijke kaarten vergen veel rekencapaciteit en snelle transfer, omdat het op het scherm zetten van live video betekent dat minstens 25 keer per seconde een volledig beeld moet worden gedecomprimeerd. Naast de snelle PCI-bus heeft ieder PCI-systeem ook nog een

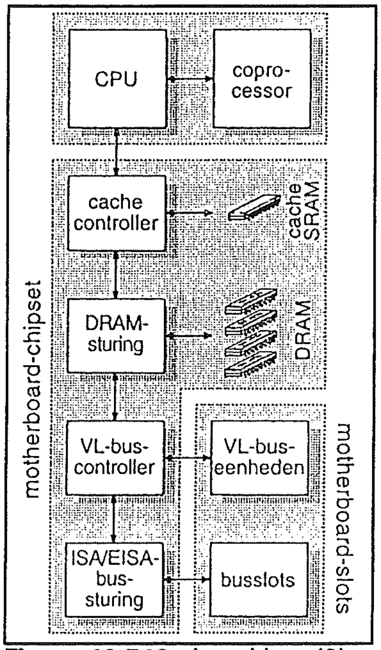


Figuur 10-517: Local bus (1).

paar "oude" slot's. Deze slot's kunnen zowel werken volgens de ISA-, EISA- of MCA-architectuur. Deze derde, trage bus wordt via een speciale interface met de echte PCI-bus verbonden. Deze interface wordt door de PCI-architectuur gezien als een gewone PCI-eenheid.
De VESA-bus, meestal afgekort tot VLB, is ten opzichte van de later op de markt gebrachte PCI local bus veel meer als een échte locale bus opgezet.
De structuur van VESA sluit direct aan op de locale processor-bus van een 386, 486 of Pentium.
Het gevolg hiervan is bijvoorbeeld dat VESA werkt met buscycli die deze van de 80x86-processoren benaderen. Door de evolutie in de Intel-lijn van processoren kunnen deze buscycli echter nogal verschillen. De 386 kent bijvoorbeeld géén burst-cyclus.
De algemene eigenschappen van de VESA locale bus zouden als volgt kernachtig kunnen worden samengevat:
- er bestaat géén ontkoppeling tussen de centrale processor en de uitbreidingsbus;
- het is mogelijk andere bussystemen via een zogenoemde bridge in het systeem te integreren;
- de VLB werkt op de frequentie van de processor: volgens de specificaties betekent dit een maximale busfrequentie van 66 MHz voor eenheden die op het moederbord geïntegreerd zijn en van 40 MHz (versie 1.0) respectievelijk 50 MHz (versie 2.0) voor eenheden die in een slot zitten;
- VLB heeft standaard een busbreedte van 32 bit met een transferrate van maximaal 133 MB/s (versie 1.0) respectievelijk 160 MB/s (versie 2.0);
- uitbreiding naar 64 bit busbreedte is voorzien dank zij een systeem van multiplexing van signaallijnen: de transfer-rate stijgt dan tot maximaal 267 MB/s (versie 2.0);
- ook 16 bit brede cycli zijn mogelijk, dank zij de signalen $\overline{\text{LBS16}}$ en $\overline{\text{BS16}}$;
- VLB ondersteunt burst-transfers tot maximaal vier cycli, waarmee in één cyclus maximaal 32 bytes kunnen worden overgebracht;
- er wordt slechts één host-processor ondersteund;
- VLB werkt met gescheiden adres- en datalijnen voor simultane overdracht van adres- en databytes;
- het systeem ondersteunt gecombineerde VLB/ISA-slots, zodat uitbreidingskaarten in principe ook toegang hebben tot de ISA-signalen;
- VLB ondersteunt dynamische veranderingen van de klokfrequentie;
- er kunnen maximaal drie VL-busmasters naast de VL-buscontroller controle over de bus krijgen;
- ondersteuning van write-back caches.

Het blokschema van een VLB-systeem is getekend in figuur 10-518. Net zoals bij de PCI-bus staat de VL-bus tussen de processor- en het geheugensysteem enerzijds en de standaard uitbreidingsbus anderzijds. Uit het blokschema is af te leiden dat een VL-bus echter niet zo sterk wordt ontkoppeld door het processorsysteem aan de ene en de standaard uitbreidingsbus aan de andere kant. De VL-bus voorziet in maximaal drie VL-bus eenheden, die in de VL-slot's op het moederbord kunnen worden geplaatst. Het VLB-systeem wordt door een buscontroller gestuurd. Deze schakeling wekt alle noodzakelijke adres-, data- en stuursignalen op voor de local bus of ontvangt ze van de perifere schakelingen. De VL-slots hebben een 116-polige connector, waarvan er vier als sleutel worden gebruikt. De VLB-slot's worden steeds 5 mm achter een slot van de standaard uitbreidingbus geplaatst. Een ISA- en VLB-slot zitten dus uitgelijnd achter elkaar, zodat de VLB-kaart niet alleen de signalen van de VL-bus kan verwerken, maar ook toegang heeft tot de signalen van het ISA-slot. Net zoals bij de PCI-bus is de standaard busbreedte 32 bit, die echter ook tot 16 bit kan worden gehalveerd. Daarvoor moet de geadresseerde VL-eenheid het signaal LBS16 (Local Bus Size 16) laag maken. Versie 2.0 van de LSB-standaard voorziet bovendien in een uitbreiding van de VL-bus naar een breedte van 64 bit. Hiervoor zijn 37 extra lijnen nodig, die over reeds beschikbare contacten kunnen worden overgedragen via multiplexing. Een lijn voert dan afwisselend twee signalen. Een VLB-eenheid kan een 64 bit cyclus aanvragen met het signaal LBS64 (Local Bus Size 64).
De VL-bus werkt in principe op de clock-frequentie van de centrale processor. Vanwege de grote verschillen in clocksnelheden zal de VLB-bus dus op een systeemgebonden frequentie werken. Er zijn echter maximale grenzen gesteld aan de busclock. De VL-bus is zo ontworpen dat zij op maximaal 66 MHz kan werken. Dat geldt echter alleen als er geen VL-bus slot's aanwezig zijn en alle aanwezige VL-eenheden op het moederbord zijn ingebouwd. Dempingen, signaalreflecties en paracitaire capaci-

teiten van de busslot's verhinderen een dergelijk hoge frequentie op de bus zélf. Met uitbreidingsslot's werkt de VL-bus daarom op slechts maximaal 50 MHz, nog steeds het zesvoudige van de EISA busfrequentie! Bij moderne processoren met zeer hoge clockfrequenties zorgt een frequentiedeler ervoor dat de clockfrequentie van de bus gereduceerd wordt tot een veilige waarde.



Figuur 10-518: Local bus (2).

Locale oscillator De HF-oscillator in een superheterodyne radio-ontvanger, waarvan de frequentie gemengd wordt de frequentie van het van de antenne afkomstige signaal. Het verschil tussen beide frequenties levert het midden-frequent (MF) signaal op, dat verder versterkt wordt in de MF-versterker. Door dit systeem kan men één frequentie uit het totale aanbod dat via de antenne binnenkomt selecteren. Er is immers maar één frequentie, waarbij het verschil met de frequentie van de locale oscillator precies gelijk is aan de middenfrequentie. Alleen die zenderfrequentie zal dus verder versterkt, gedemoduleerd en hoorbaar gemaakt worden. De plaats van de locale oscillator in het blokschema van een superheterodyne ontvanger is getekend in figuur 10-519.

Lock-in Een vorm van synchronisatie, waarbij de frequentie en/of de fase van twee signalen precies aan elkaar gelijk zijn. Lock-in is de basis van PLL (Phase Locked Loop), waarbij een locale oscillator wordt gedwongen de frequentie en de fase van een ingangssignaal over te nemen.

Lock-out Het tegengestelde van lock-in. Men spreekt van lock-out als twee signalen, die eerst in een lock-in situatie verkeren, om wat voor reden dat ook hun frequentie- en/of fasegelijkheid verliezen.

LOCMOS Een speciale versie van de standaard CMOS-familie 40xxx, met een typische vertragingstijd van 105 ns per poort, een vermogensopname van 1 mW per poort, een grensfrequentie van 8 MHz en een voedingsspanningsbereik van +3,0 V tot +15,0 V. Deze familie wordt onder meer door Philips op de markt gebracht onder de codering HEF4xxx.

Log Afkorting van "Logaritme". Een wiskundige techniek om te rekenen aan en met zeer grote en zeer kleine getallen. Het begrip "logaritme" stamt uit de wiskunde. De logaritme van een bepaald getal x met grondtal a is de exponent van de macht waartoe men a moet verheffen om het getal x te krijgen. Een cryptische omschrijving, die ongetwijfeld toelichting behoeft. Stel men heeft het getal 4. Men wil hiervan het logaritme bepalen met grondtal 2. Tot welke macht moet men dit grondtal verheffen om weer het oorspronkelijke getal 4 te krijgen? Het antwoord is in dit eenvoudig voorbeeldje duidelijk: 2. Het getal 2 tot de tweede macht (2^2) is immers weer gelijk aan 4, het oorspronkelijke getal. Het getal 2 is dus de logaritme van het getal 4 met grondtal 2. De algemene uitdrukking voor een logaritme luidt:

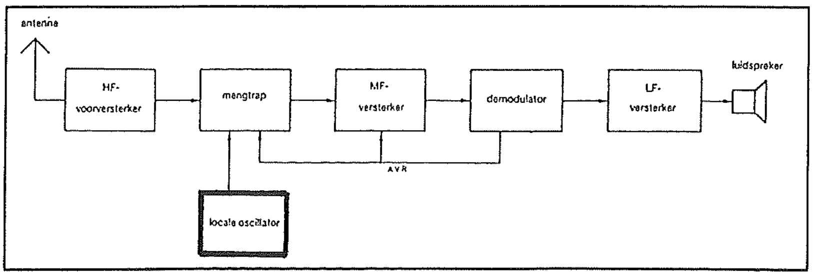
$^{a}\log x = b$

waarin:

- a: het grondtal is;
- x: het getal is waarvan men het logaritme moet berekenen;
- b: het logaritme is van het getal x met als grondtal a.

Zuiver theoretisch kan men gelijk welk grondtal kiezen. In de dagelijkse praktijk werkt men met:

- **Grondtal 10:**
  Dergelijke logaritmen noemt men "Brigse" logaritmen, het symbool is dan log. Log 100 is gelijk aan 2, omdat 10^2 gelijk is aan 100.
- **Grondtal e:**



Figuur 10-519: Locale oscillator.

Dergelijke logaritmen worden "natuurlijke" of "Neperiaanse" logaritmen genoemd en werken met het grondtal e = 2,71828... , het symbool is dan ln. Ln 100 is dan het getal tot hetwelke men het getal e moet verheffen om 100 als antwoord te krijgen.

Logaritmen zijn handige hulpmiddelen als men met zeer grote of zeer kleine getallen moet rekenen: het zal duidelijk zijn dat het logaritme van een getal veel minder snel stijgt dan het getal zélf. Voorbeelden:

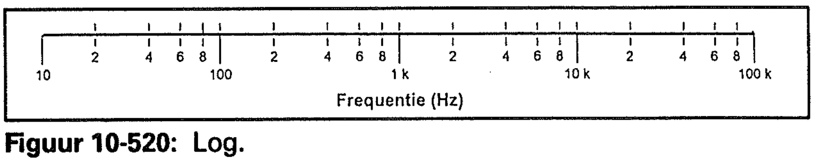
- Log 1 = 0
- Log 10 = 1
- Log 100 = 2
- Log 1.000 = 3
- Log 10.000 = 4

Vandaar dat men in de techniek en ook in de elektronica vaak met logaritmisch ingedeelde assen werkt. Deze zijn vaak veel overzichtelijker dan lineair ingedeelde assen. Een van de mooiste voorbeelden is natuurlijk de horizontale frequentie-as, die in de audiotechniek wordt toegepast en logaritmisch is ingedeeld van 10 Hz tot 100 kHz, zie figuur 10-520.

In de elektronica heeft men vaak te maken met grootheden (spanning, stroom, temperatuur, etc.), waarvan het verloop afhankelijk is van het verloop van een andere grootheid. Men zegt dat de ene grootheid een functie is van de tweede grootheid. Nu bestaan er in de natuur diverse verschijnselen waarvan de functie bij benadering kan voorgesteld worden door een ***logaritmisch verband***. Stel dat men weer het verband tussen een bepaalde stroom en een bepaalde spanning als voorbeeld neemt. Wiskundig uitgedrukt zou deze functie dan geschreven kunnen worden als:

$I = {}^{a}\log U$

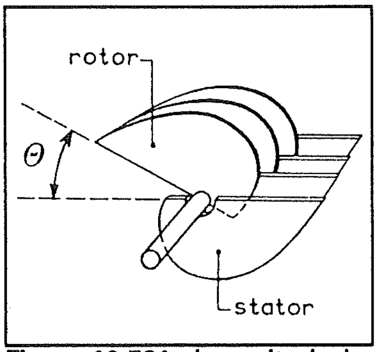
Ook in de praktische elektronica treft men vaak grootheden aan, die een logaritmisch verband hebben met een andere grootheid. Digitale dB-meters worden tegenwoordig veel gebruikt in de analoge versterkertechniek. De decibel is een getal dat de logaritmische verhouding weergeeft tussen een uitgangsspanning en een ingangsspanning of tussen een uitgangsvermogen en een ingangsvermogen. Als beide grootheden aan elkaar gelijk zijn dan is de versterking van de schakeling, uitgedrukt in dB, gelijk aan 0. Digitale dB-meters hebben dus een logaritmische omvormer nodig, die de logaritmische verhouding berekent tussen de uitgang en de ingang. Functiegeneratoren van het betere soort beschikken over een sweepmogelijkheid. Door bijvoorbeeld de stuurspanning van de functiegenerator langzaam tussen 10 mV en 10 V te laten variëren zal de uitgangsfrequentie van de generator langzaam het volledige gebied tussen 20 Hz en 20 kHz doorlopen. Het volledige nuttige frequentiegebied van een audioschakeling wordt automatisch doorlopen en men kan de resultaten van de meting onder de vorm van een "versterking in functie van de frequentie"-plaatje op het scherm van een geheugenoscilloscoop schrijven. De versterking wordt bij dit soort doorlaatband grafieken steeds uitgedrukt in dB, gerefereerd naar een standaard versterking bij 1 kHz. Voor het schrijven van de vertikale versterkingsas heeft men dus een logaritmische omvormer nodig. Maar wat meer is, ook de frequentie-as heeft een logaritmische indeling. De sweepspanning moet dus het volledige gebied tussen 10 mV en 10 V niet lineair doorlopen, maar logaritmisch. Een tweede logaritmische omvormer is noodzakelijk om de lineaire uitgangsspanning van de sweepgenerator om te zetten in een logaritmisch variërende spanning.



Figuur 10-520: Log.

Logaritme Zie "Log".

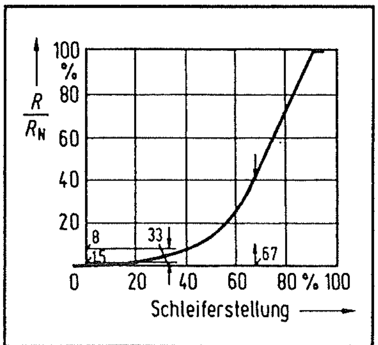
Logaritmische condensator Een draaibare condensator, waarbij de stator- en rotorplaten een dusdanige vorm hebben, dat bij het afstemmen van een oscillator de relatieve frequentie-variatie constant is per hoek verdraaiing. Voor iedere graad verdraaiing van de rotor neemt de frequentie dus met een constant bedrag toe. De vorm van een dergelijke condensator is geschetst in figuur 10-521.



Figuur 10-521: Logaritmische condensator.

Logaritmische hoorn Een luidspreker-hoorn, waarvan de diameter volgens een logaritmische wet varieert met de lengte van de hoorn.

Logaritmische potentiometer Een potentiometer waarbij de weerstand tussen een van de uiteinden van de potentiometer en de loper een logaritmische functie is van de loperverdraaiing of -verplaatsing. De weerstand in functie van verplaatsing karakteristiek van een dergelijk onderdeel is getekend in figuur 10-522. Logaritmische potentiometers worden gebruikt voor het instellen van geluidsvolumes. Het menselijk gehoor werkt namelijk ook logaritmisch en het gevolg van dit verschijnsel is dat logaritmische potentiometers een meer "natuurlijke" volume-instelling geven dat lineaire potentiometers.

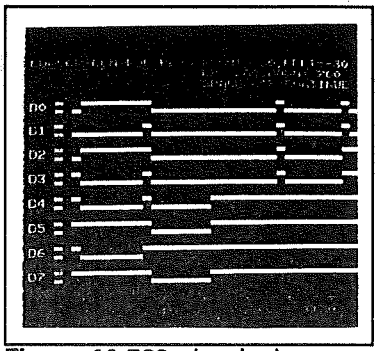


Figuur 10-522: Logaritmische potentiometer.

Logaritmische versterker Zie "Lin/log-omzetter" en "Log".

Logica Een techniek voor het oplossen van vraagstukken, waarbij gebruik wordt gemaakt van zeer strenge, ondubbelzinnige regels. De logica beschrijft de verbanden tussen de ingangsgrootheden van een systeem en de uitgangsgrootheden van dat systeem. Basis van de logica is dat de in- en uitgangsgrootheden slechts twee niveaus kunnen hebben: "waar" of "niet waar", "laag" of "hoog", "0" of "1". Het verband tussen de in- en uitgangsgrootheden wordt vastgelegd door middel van logische operatoren, zoals EN (AND), OF (OR), niet-EN (NAND) niet-OF (NOR). Aan de hand van deze operatoren wordt het op te lossen systeem beschreven door beslissingsregels als:
Als ingangsgrootheid A EN ingangsgrootheid B "1" zijn, dan en alleen dan mag uitgangsgrootheid X "H" worden.
De logische operatoren kunnen op een vrij eenvoudige manier opgelost worden door elektronische schakelingen, zodat de beslissingsregels vrij gemakkelijk vertaald kunnen worden naar elektronische systemen. De toestanden van de ingangsgrootheden kunnen dan bijvoorbeeld gegenereerd worden door omschakelaars, die de grootheden ofwel met de massa "L" ofwel met de voeding "H" verbinden. De toestanden van de uitgangsgrootheden kunnen worden voorgesteld door LED's die doven als de uitgangsgrootheid "L" is en gaan branden als de uitgangsgrootheid "H" is.

Logische analyser Een op een oscilloscoop lijkend meetappararaat, waarmee het logisch verband tussen verschillende grootheden in beeld gebracht kan worden. In figuur 10-523 is het scherm van een dergelijk apparaat weergegeven. Acht logische signalen D0 tot en met D7 zijn onder elkaar weergegeven, zodat onmiddellijk de relatie tussen de diverse signalen opgespoord kan worden.



Figuur 10-523: Logische analyser.

Logische operator Zie "Logica".

Logische schakeling Een elektronische schakeling, bestaande uit logische operatoren zoals AND-, NAND-, OR- en/of NOR-poorten, waarmee het verband tussen de in- en uitgangsgrootheden ondubbelzinnig bepaald kan worden.

Logische tester Een eenvoudig, in de hand te houden apparaatje met een meetstift, waarmee men de logische niveaus "laag" en "hoog" op de punten van een logische schakeling kan opmeten. De tester is voorzien van een LED die gedoofd blijft als de meetstift verbonden wordt met een punt waar "L" op staat en die gaat branden als de stift verbonden wordt met een punt waar "H" op staat.

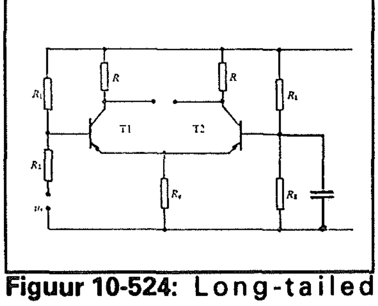
Logisch niveau Een van de twee spanningswaarden, die in logische schakelingen kunnen optreden. Bij TTL-logica is het "lage" logisch niveau kleiner dan +0,4 V en het "hoge" logisch niveau groter dan +2,4 V.

Longitudinale golf Een golf, waarbij de richting waarin het medium samengeperst of uitgerokken wordt dezelfde is als de richting waarin de golf zich voortbeweegt. Geluidsgolven zijn typische vertegenwoordigers van longitudinale golven.

Longitudinale recording Het opnemen van gegevens op magnetische media, waarbij de gegevens in de lengterichting van het medium achter elkaar op één spoor worden geschreven. Het opnemen van audio op een cassette-bandje is een typisch voorbeeld van longitudinale recording.

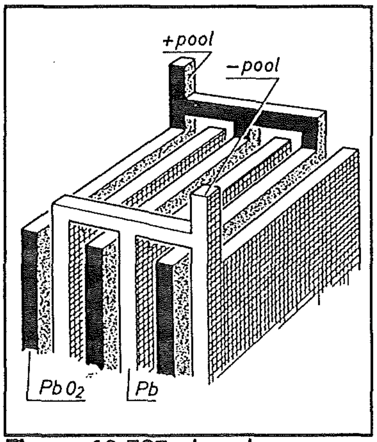
Longplay Afgekort tot LP. Een grammofoonplaat met een diameter van 30 cm en een omwentelingssnelheid van 33,33 toeren per minuut. Op een LP kon ongeveer één uur audio geregistreerd worden.

Long-tailed pair Een schakeling die gebruikt wordt om de fase van een signaal over 180° te verdraaien en die opgebouwd is uit twee transistoren met gemeenschappelijke emitterweerstand en twee identieke collector-weerstanden, zie figuur 10-524. Het ingangssignaal wordt aan de basis van één transistor aangeboden, de basis van de tweede transistor is op wisselspanningsgebied verbonden met de massa, bijvoorbeeld via een grote condensator. Op de collectoren staan twee even grote signalen, die echter een fasedraaiing van 180° ten opzichte van elkaar vertonen.



Figuur 10-524: Long-tailed pair.

Loodaccu Een accumulator waarbij de positieve platen bestaan uit loodoxide (PbO_2) en de negatieve platen uit sponsachtig lood (Pb). Als elektrolyt wordt verdund zwavelzuur gebruikt. De samenstelling van een loodaccu is geschetst in figuur 10-525. Lood-accu's hebben het voordeel van een vrij hoge spanning per cel (ongeveer 2,0 V), een zeer hoge capaciteit en een hoog rendement. Nadelen zijn het zeer hoge gewicht, het agressieve elektrolyt en het feit dat zij in ongeladen toestand niet te bewaren zijn. Lood-accu's zijn nog steeds dé basis voor de energievoorziening van alle auto's ter wereld.



Figuur 10-525: Loodaccu.

Loop (1) Een zonder voorwaarden of onder bepaalde voorwaarden meerdere malen uit te voeren groep computerinstructies. Als er voorwaarden aan de uitvoering gekoppeld worden kan dat bijvoorbeeld onder de vorm van "ALS dit of dat het geval is, DAN voer de instructies uit TOT aan de volgende voorwaarde voldaan is".

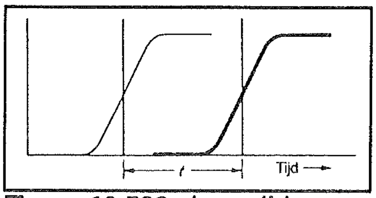
Loop (2) Een gesloten lus, waardoor een stroom kan vloeien. Een loop zit bijvoorbeeld in ieder teruggekoppeld systeem. De uitgang van het systeem wordt teruggekoppeld naar de ingang, zodat er van een gesloten lus sprake is.

Loop-antenne Een kleine draagbare antenne, onder de vorm van een spoeltje of een lusvormig draadje.

Looplicht Een elektronische schakeling waarmee een aantal lampen een na een wordt aangestuurd. De meeste looplichten hebben vier kanalen, maar daar men op ieder kanaal een groot aantal lampen kan aansluiten kan men, door deze lampen op een bepaalde manier op te stellen, de indruk wekken alsof een lichtpuntje over de door de lampjes gevormde "lichtslang" loopt.

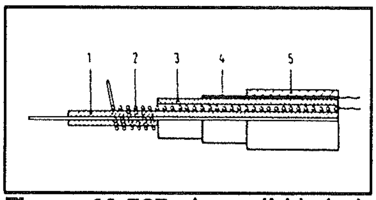
Looptijd De tijd die een elektrisch signaal er over doet om van de ingang naar de uitgang door een schakeling te "lopen". Het verschijnsel "looptijd" ontstaat door het natuurkundig gegeven dat niets traagheidsloos verloopt. Als men dus aan de ingang van een schakeling een puls aanlegt, dan zal het een bepaalde tijd *t* duren alvorens deze puls aan de uitgang verschijnt, zie figuur 10-526. De looptijd is, hoe vreemd dit ook mag klinken, onder andere afhankelijk van de bandbreedte van de schakeling. Hoe groter de bandbreedte hoe geringer de looptijd. Looptijden kunnen aanleiding geven tot grote problemen. Stel een logische schakeling, waarin een ingangspuls via verschillende paden uiteindelijk toch terecht komt op de uitgang. Als de paden verschillende looptijden hebben, zullen er ongewenste verschijnselen aan de uitgang optreden. Pulsen, die volgens de theorie gelijktijdig aan de uitgang aankomen, doen dit vanwege het verschil in looptijd niet. Worden deze pulsen nu aan een poortschakeling aangeboden, dan kunnen er zeer smalle, ongewenste puls-

jes ontstaan als gevolg van het verschil in looptijd tussen de pulsen op de ingang van de poort.



Figuur 10-526: Looptijd.

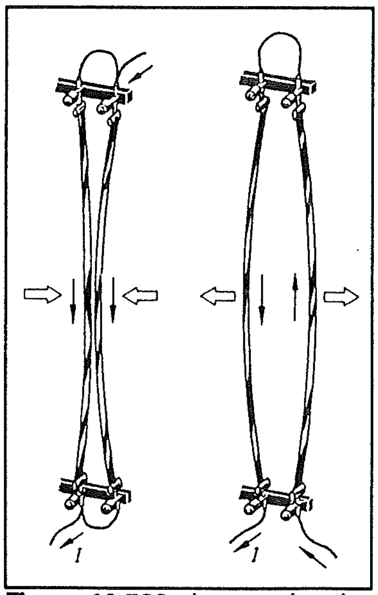
Looptijd kabel Een speciaal soort kabel, met als voornaamste eigenschap dat de looptijd ervan groot is. In figuur 10-527 is de doorsnede door een looptijd kabel getekend. <1> is een magnetisch buigzame kern, <2> een gewikkelde binnengeleider, <3> vormt het diëlectricum, <4> is de buitengeleider en <5> is de mantel. De looptijd kabel kan voorgesteld worden als een oneindig herhaald LC-netwerk, waarbij de spoel in serie met het signaal staat en de condensator parallel tussen het signaal en de massa geschakeld is. Signalen die in de ingang gestuurd worden, moeten zich "een weg banen" door de inductanties, waardoor de looptijd van het signaal groot wordt. Looptijd kabels worden bijvoorbeeld in TV- en RADAR-ontvangers toegepast om signaalvertragingen te introduceren.



Figuur 10-527: Looptijd kabel.

Loopwerk In het algemeen een elektromechanisch systeem dat verantwoordelijk is voor de nauwkeurige aandrijving van een diskette, een harde schijf, een magnetische band, een CD of een DVD.

Lorentz-kracht Is de kracht die door een magnetisch veld op een elektrische stroomvoerende geleider of op een bewegende elektrische lading wordt uitgeoefend. Hoewel reeds Ampère rond 1820 vaststelde dat twee stroomvoerende geleiders elkaar aantrekken of afstoten (zie figuur 10-528), was het de Nederlander Lorentz die dit verschijnsel verklaarde en wiskundig beschreef. De Lorentz-kracht die op een geladen elektrisch deeltje wordt uitgeoefend, staat altijd loodrecht op de bewegingsrichting van het deeltje. Een en ander heeft tot gevolg dat het geladen deeltje wordt afgebogen door de kracht. Dit verschijnsel wordt onder andere gebruikt bij de elektrostatische afbuiging van de elektronenstraal in de kathodestraalbuis van een oscilloscoop en in elektronische lenzen, die in elektronenmicroscopen worden toegepast.



Figuur 10-528: Lorentz-kracht.

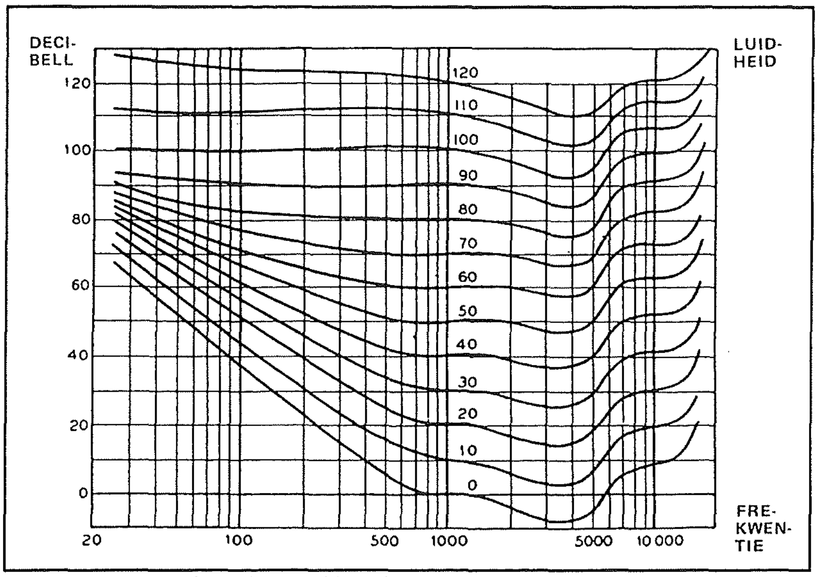
Lossless compressie Een techniek om de omvang van elektronische gegevens te reduceren, waarbij er niets verandert aan de kwaliteit van de gegevens. De begrippen "lossless compressie" en "lossy compressie" zijn voornamelijk van belang bij het comprimeren van grafische gegevens. Bij het digitaliseren van beeldmateriaal wordt men al snel geconfronteerd met de omvang van de data-bestanden. Stel dat men een kleurenfoto van 10,16 bij 7,62 cm^2 wil digitaliseren met een kleurendiepte van 24 bit (meer dan 16 miljoen kleuren). In eerste instantie komt het er op aan een scanresolutie in te stellen. Omdat moderne kleurenprinters werken met een resolutie van 600 dpi (dots per inch) zal men snel geneigd zijn de foto met dezelfde resolutie te scannen. De foto heeft echter een oppervlak van 3 * 4 = 12 $inch^2$. Scant men deze foto met 600 dpi, dan worden er in totaal 4.320.000 samples genomen. Ieder sample bestaat uit 24 bit, zodat de omvang van de gedigitaliseerde foto gelijk wordt aan 4.320.000 * 24 = 103.680.000 bit oftewel 12,96 MB! Het zal duidelijk zijn dat een dergelijke foto nauwelijks te versturen of te verwerken is. Om dit probleem op te lossen heeft men talrijke compressie-algoritmen ontwikkeld, die tot taak hebben de omvang van het bestand te reduceren. De eerste techniek maakt gebruik van ***lossless*** compressie. De omvang van het bestand wordt gereduceerd, als men nadien de compressie weer ongedaan maakt verschijnt, bit na bit, hetzelfde bestand als voor de compressie. Er gaat dus geen bit verloren. Nadeel van deze compressie-technieken is dat de mate

van compressie beperkt is. Vandaar dat men een tweede reeks compressie-algoritmen heeft ontwikkeld, die men ***lossy*** noemt. Hierbij wordt de omvang van de gegevens sterk gereduceerd, maar is men nadien niet meer in staat het bestand in de originele staat te herstellen. Dat betekent dat de foto, om bij dit voorbeeld te blijven, na lossy-compressie, misschien een omvang van slechts 1 MB heeft. Als men nadien de compressie ongedaan maakt, dan zal de herwonnen foto wel op het origineel lijken, maar in tal van details afwijken.
Het komt er nu op aan de compressie-algoritmen zo te ontwerpen dat de kwaliteitsverliezen acceptabel zijn.
De bekendste lossless compressie-techniek is LZW, een techniek die bijvoorbeeld bij het TIF-formaat wordt toegepast. Een grafisch bestand, dat met het LZW-algoritme is behandeld, kan nadien zonder data-verlies hersteld worden. De bekendste lossy compressie-techniek is JPG. Een illustratie, die omgezet wordt in JPG-formaat wordt heel klein, maar na het herstellen van de compressie zal men vaststellen dat informatie "verloren" is gegaan.

Lossy compressie Lees "Lossless compressie".

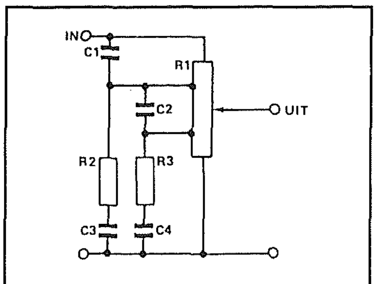
Loudness Een Engelse term, waarmee "luidheid van geluid" wordt omschreven.

Loudness-filter Een filter, waarmee men de weeergavekarakteristiek van een audiosysteem kan aanpassen aan de vreemdsoortige karakteristiek van het menselijk gehoor. Het blijkt, zie figuur 10-529, dat het menselijk gehoor frequentiegevoeliger wordt naarmate het volume van een audio-signaal afneemt. Bij een groot vermogen loopt de gevoeligheidscurve vrij vlak, bij een laag vermogen neemt de gevoeligheid voor de frequenties rond 1 kHz duidelijk af. Om dit te compenseren kan men een "loudness-filter" in een audio-systeem opnemen. In de meest eenvoudige uitvoering bestaat een dergelijk frequentie-afhankelijk filter uit een speciale volumepotentiometer met aftakkingen, zie figuur 10-530, waarmee een RC-filter is samengesteld. Dit filter zorgt ervoor dat de gevoeligheidscurve van het menselijk gehoor wordt gecompenseerd. Bij lage volumes wordt het frequentiegebied rond 1 kHz meer versterkt dan de rest van het frequentiespectrum. Bij hoge volumes werkt het filter lineair.



Figuur 10-529: Loudness-filter (1).

Low-level formatteren Het inrichten van een magnetische data-drager, zoals een harde schijf, waarbij alleen sporen en ***fysische*** sectoren worden aangebracht, zonder dat een ***logische*** structuur van het bestandssysteem wordt gedefinieerd. De logische structuur wordt aangebracht met behulp van een high-level formattering. Met de MS-DOS opdracht FORMAT kan men bij diskettes in één keer een low-level en high-level formattering uitvoeren, bij harde schijven alleen een high-level formattering.



Figuur 10-530: Loudness-filter (2).

Low power Schottky Een subfamilie van de 7400 TT-logica, met als codering 74LSxxx. Vergeleken met standaard TTL is het stroomverbruik van de Low Power Schottky familie ongeveer vijf maal lager, terwijl de snelheid veel hoger is. Door het toepassen van Schottky dioden tussen de basis- en collector-junctie van de transistor

komt deze nooit volledig in verzadiging, waardoor de aanwezige lading bij onderbreking van de aansturing snel wegvloeit. Bij de LS-familie worden geen multi-emitter ingangen gebruikt, maar diode-transistor ingangen die sneller zijn en een hogere spanning kunnen verdragen (zie figuur 10-531). Een andere veel gebruikte ingang is de vertikale substraat PNP-transistor. De uitgang is voorzien van een darlington/transistor-paar voor verhoging van de snelheid en verbetering van de aansturingsmogelijkheden. Bovendien is een actieve neertrek-transistor (Q3) opgenomen. Deze familie verbruikt ongeveer 2 mW per poort en heeft gemiddelde vertragingstijden van 10 ns. De 74LS-serie kan goed worden gecombineerd met microprocessoren, interfaces en andere TTL-families en wordt reeds lange tijd steeds meer als vervanger van standaard TTL gebruikt. Op dit moment maken voor nieuwe ontwerpen echter veel LS-typen weer plaats voor de 74HC(T)xx-familie. Door AMD wordt een vrijwel identieke familie gemaakt: de 25LSxx-typen. De Low Power Schottky TTL-familie heeft de volgende algemene eigenschappen:
- poortvertraging: 10 ns
- vermogen per poort: 2 mW
- klokfrequentie: maximum 45 MHz
- voedingsspanning V_{CC}: 5 V +/- 5 %
- ingangsspanning V_i: 7 V maximum
- fan-out: 5 (TTL-ingangen), 20 (74LS-ingangen)

LP Afkorting van "LongPlay", zie aldaar.

LPT Afkorting van "Line PrinTer", de MS-DOS benaming voor de vier toegestane parallelle interfaces in een PC: LPT1, LPT2, LPT3 en LPT4. De LPT-poorten worden voornamelijk gebruikt voor het aansturen van een printer. De moderne bi-directionele LPT-poorten kunnen bovendien ook gebruikt worden voor het aansturen van een scanner, een tapedrive, een ZIP-drive, een externe CD-ROM drive en zelfs harde schijven.

LQ Afkorting van "Letter Quality", brief-kwaliteit. Een optie om oude naaldmatrix-printers kwalitatief hoogwaardige letters te laten afdrukken.

LSB Letterwoord voor "Least Significant Bit". Het minst belangrijke bit in een byte, dus het bit waarvan de waardeverandering van "L" naar "H" of omgekeerd de kleinste invloed heeft op het "binaire gewicht" van het byte. Volgens afspraak wordt het LSB altijd rechts in een byte genoteerd: MSB-X-X-X-X-X-X-LSB.

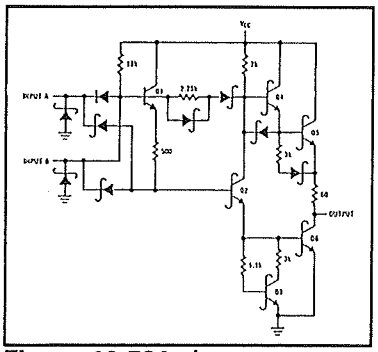
LSI Letterwooord van "Large Scale Integration", zie aldaar.

L-type spanningsstabilisator Een eenvoudige spanningsstabilisator, bestaande uit de serie-schakeling van een weerstand en een zenerdiode. Over de zenerdiode kan een tamelijk stabiele spanning afgetakt worden.

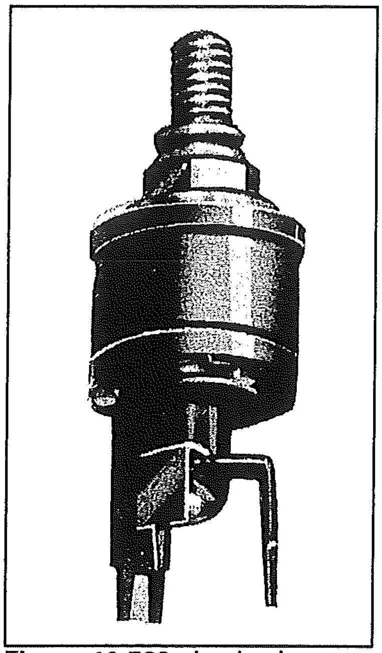
Luchtcondensator Een condensator met lucht als diëlektricum. Omdat droge lucht een uitstekende isolator is, hebben dergelijke condensatoren uitstekende elektrische eigenschappen. Luchtcondensatoren treft men in de praktijk aan als ijk-condensatoren in het laboratorium en natuurlijk onder de vorm van afstembare condensatoren.

Luchtspleet Een smalle, met lucht gevulde ruimte, bijvoorbeeld tussen de blikken waaruit transformatorkernen worden samengesteld of tussen de polen van een opname- of weergave-kop. In het laatste geval is de luchtspleet er verantwoordelijk voor dat het magnetisch veld kan doordringen tot het magnetisch materiaal op de band of op de schijf.

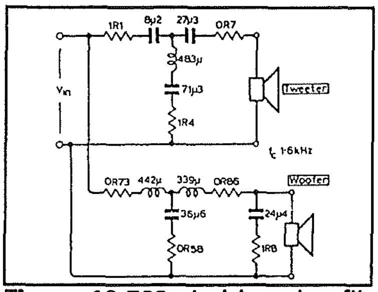
Luchttrimmer Een kleine, regelbare condensator, bedoeld voor afregel-werkzaamheden waarbij het diëlektricum uit lucht bestaat. De platen bestaan uit cilindervormige metalen busjes, die door middel van een schroefje in of uit elkaar gedraaid kunnen worden, zie figuur 10-532.



Figuur 10-531: Low power Schottky.



Figuur 10-532: Luchttrimmer.



Figuur 10-533: Luidspreker filter.

Luidspreker Een apparaat waarmee laagfrequente elektrische energie wordt omgezet in acoustische energie. Er bestaan verschillende soorten luidsprekers, zoals:
- elektrodynamische;
- elektromagnetische;
- elektrostatische;
- magnetodynamische.

Voor een beschrijving, lees de genoemde begrippen in de hoofdstukken "E" en "M".

Luidspreker filter Een uit weerstanden, spoelen en condensatoren samengesteld frequentie-selectief filter, dat het audio-bereik van 20 Hz tot 20 kHz splitst in 2, 3 of 4 banden. Iedere uitgang stuurt dan een luidspreker die speciaal is geconstrueerd voor het zo goed mogelijk weergegeven van de frequenties binnen de band. Een typisch luidspreker filter is getekend in figuur 10-533.

Lumen De SI-eenheid van luminantie of hoeveelheid licht (officieel licht-stroom genoemd), afgekort tot Lm. 1 Lm is de hoeveelheid licht die wordt uitgezonden in één steradiaal sr (een standaard hoek in de ruimte) door een uniforme puntvormige lichtbron met een sterkte van één candella cd (de SI-eenheid van lichtsterkte).
Men kan dus stellen dat:
1 Lm = 1 cd * sr.

Luminantie De hoeveelheid licht, die door een oppervlak wordt uitgestraald of weerkaatst.

Luminescentie Term waarmee iedere lichtuitstraling als gevolg van elektronenovergangen in materie wordt gedefinieerd. Het fysisch proces van luminescentie berust op het gegeven dat elektronen naar een energie-rijkere baan rond hun atoom kunnen worden gestuurd. Deze baan is echter niet stabiel, het elektron zal op een bepaald moment terug springen naar zijn "natuurlijke" baan. De energie die daarbij vrijkomt zendt het elektron uit onder de vorm van elektromagnetische straling. Bij sommige elektronen-sprongen is de vrijkomende energie dusdanig, dat de golflengte van de uitgezonden straling in het zichtbare gebied ligt.

Lus Een gesloten kring, waar stroom doorheen kan lopen.

Lux De SI-eenheid voor lichtsterkte, afgekort tot lx en uitgedrukt in aantal lumens per vierkante meter:
1 lx = 1 Lm/m^2.

Luxemberg-effect Het genereren van interferentie-signalen in de ionosfeer, als deze laag door twee of meer elektromagnetische golven met verschillende golflengten getroffen wordt.

M

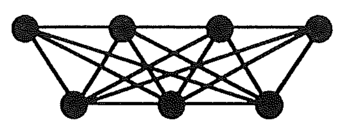
m De kleine letter m staat voor de afkorting van milli, een voorvoegsel waardoor een bepaalde eenheid vermenigvuldigd wordt met 0,001 of 10^{-3}. Wordt in de elektronica vaak gebruikt, bijvoorbeeld in milli-volt (mV = $^{een}/_{duizendste}$ volt = 0,001 V), milli-ampère (mA = $^{een}/_{duizendste}$ ampère = 0,001 A). In figuur 10-534 wordt een overzicht gegeven van alle voorvoegsels.

M De grote letter M staat voor de afkorting van mega, een voorvoegsel waardoor een bepaalde eenheid vermenigvuldigd wordt met 1.000.000 of 10^6. Wordt in de elektronica vaak gebruikt, bijvoorbeeld in mega-ohm (MΩ = een miljoen ohm = 1.000.000 Ω). In figuur 10-534 wordt een overzicht gegeven van alle voorvoegsels.

exa	E	10^{18}
peta	P	10^{15}
tera	T	10^{12}
giga	G	10^{9}
mega	M	10^{6}
kilo	k	10^{3}
hecto	h	10^{2}
deca	da	10^{1}
deci	d	10^{-1}
centi	c	10^{-2}
milli	m	10^{-3}
micro	μ	10^{-6}
nano	n	10^{-9}
pico	p	10^{-12}
femto	f	10^{-15}
atto	a	10^{-18}
bronto	b	10^{-21}

Figuur 10-534: m en M.

Maas Wordt in de informatietechnologie gebruikt voor het aangeven van een netwerktopologie. Zoals in figuur 10-535 getekend, worden bij een dergelijk netwerk zoveel mogelijk rechtstreekse verbindingen gelegd tussen de verschillende nodes van het netwerk. Het is niet per sé noodzakelijk dat alle nodes rechtstreeks met elkaar verbonden zijn, maar de netwerk-ontwerper zal er naar streven dat de nodes die het intensiefst met elkaar communiceren in ieder geval wél rechtstreeks gekoppeld zijn. Voorbeelden van mazenvormige netwerken zijn de landelijke PTT-netwerken en het ARPANET.



Figuur 10-535: Maas.

Mach Een getal waarmee de verhouding wordt aangegeven tussen de snelheid van een voorwerp in een medium (bijvoorbeeld lucht) en de snelheid van het geluid in datzelfde medium. Een vliegtuig dat met mach-2 vliegt, heeft een snelheid die twee keer groter is dan die van het geluid.

Machinecyclus De omschrijving van de vier stappen die een microprocessor uitvoert bij de verwerking van een machine-code: fetch, decode, execute en store. Deze vier stappen worden gecontroleerd door de Control Unit in de microprocessor. De fetch-cyclus plaatst de momentele inhoud van de Programm Counter (PC), het adres van de volgende instructie die moet worden uitgevoerd, op de adres-bus en leest de inhoud van dit adres in het Instruction Register (IR). De decode-cyclus gebruikt de inhoud van het IR om te bepalen welke poorten tussen de diverse functionele delen van de microprocessor moeten worden geopend of gesloten en welke operatie de Arithmetic Logic Unit (ALU) moet uitvoeren. De ececute-cyclus komt aan de beurt als de decode klaar is en zorgt voor het versturen van de diverse data tussen de geactiveerde blokken en interne bussen van de microprocessor. De store-cyclus schrijft de resultaten van de bewerkingen naar hun bestemmingen, dus naar registers of naar geheugenlocaties. Soms lopen execute en store door elkaar heen, omdat sommige instructies tussenresultaten naar interne registers moeten schrijven.

Machine-opdracht Een opdracht aan een microprocessor die zonder verdere hulp van hard- of software gedecodeerd en geïnterpreteerd kan worden. Machine-opdrachten bestaan uit een reeks bits, die het soort handeling, de adresseringswijze, de betreffende registers, etc. definiëren. Machine-opdrachten vormen het laagste niveau van opdrachten aan de microprocessor die een programmeur kan geven en zijn de enige opdrachten die een processor werkelijk "verstaat". Opdrachten uit hogere talen worden door een assembler, interpreter of compiler vertaald naar machine-opdrachten.

Machinetaal De verzameling machine-opdrachten waarover een bepaalde microprocessor beschikt. Programmeren in machinetaal is ingewikkeld en tijdrovend, maar zorgt wél voor de snelste verwerking van een programma.

Machine variabelen De zeer nauwkeurig instelbare gelijkspanningen die bij analoge computers worden gebruikt om de waarde van de natuurkundige ingangsgrootheden te

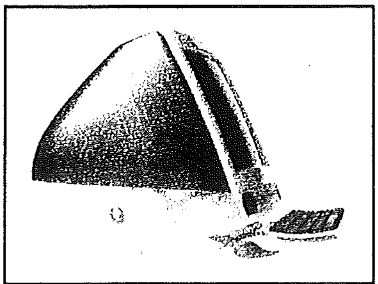
definiëren. Men kan de meeste natuurkundige processen voorstellen door een elektronisch analogon: een elektronische schakeling samengesteld uit versterkers, verzwakkers, optellers, aftrekkers, mengers, differentiatoren en integratoren. Een dergelijke schakeling kan zo opgebouwd worden dat de wiskundige formule, die het verband geeft tussen ingangsspanningen en uitgangsspanningen, in wezen identiek is aan de wiskundige formule die het te simuleren natuurkundig verschijnsel beschrijft. Natuurlijk moeten dan de natuurkundige grootheden (snelheid, versnelling, etc.) die een rol spelen bij het proces vertaald worden naar elektrische grootheden, die door de analoge schakeling verwerkt kunnen worden. Dat zijn de machine variabelen, die geijkt worden zodat er een gemakkelijk te interpreteren verband ontstaat tussen de mechanische grootheden en de elektrische grootheden van de simulatie. Men kan bijvoorbeeld stellen dat een snelheid van 1 m/s wordt voorgesteld door een spanning van 1 V, zodat als men op een uitgang van de schakeling een spanning meet van 1,25 V men onmiddellijk weet dat dit overeen komt met een snelheid van 1,25 m/s.

Machine vergelijkingen De wiskundige vergelijkingen die het verband definiëren tussen de ingangsspanningen en de uitgangsspanningen van een analoge computer. Deze vergelijkingen moeten zo worden opgesteld, dat zij identiek zijn aan de wiskundige vergelijkingen die het te simuleren natuurkundig proces beheersen.

Macintosh Een reeks 32 bit computers, ontwikkeld en op de markt gebracht door Apple Computer Inc. De Mac, geïntroduceerd in 1984, werd bekend vanwege de grafische bedienersinterface die een revolutie betekende vergeleken met de Spartaanse en ingewikkelde opdrachtentechniek van MS-DOS. De Mac werd (en is nog steeds) zeer populair in grafische kringen.
De eerste Mac, geïntroduceerd in 1984, werkte met een Motorola 68000 processor, bezat 128 kB RAM, een monochroom scherm, een floppy-eenheid en audio-faciliteiten.
In hetzelfde jaar kwam de "Fat Mac" op de markt, uitgerust met het voor die tijd onvoorstelbare geheugen van 512 kB.
In januari 1986 kwam de "Mac Plus" op de markt, die een SCSI-interface had voor het aansluiten van harde schijven.
In maart 1987 verscheen de "Mac SE" met 1 tot 4 MB geheugen en een ingebouwde harde schijf van 20 MB. Op hetzelfde moment werd de "Mac II" geïntroduceerd die werkte met de snellere 68020 processor. Deze computer had een 32 bit data-bus en kon maxi- maal 8 MB geheugen administreren. Deze computer beschikte over een kleurenmonitor en een grafische kaart die 256 kleuren kon genereren in een matrix van 640 bij 480 beeldpunten.
In 1989 kwam de "Mac IIcx" uit, met een Motorola 68030 processor op 16 MHz en maximaal 128 MB (!!!) RAM.
In 1994 werd het eerste model van de "Power Mac" op de markt gezet.
Een groot probleem bij het uitwisselen van gegevens tussen de Mac- en MS-DOS-platforms is de vreemdsoortige manier waarop de Mac gegevens opslaat. Het "Macintosh File System" eist dat iedere file onder de vorm van twee afzonderlijke delen wordt opgeslagen, de zogenoemde "data fork" en de "recource fork". De "data fork" bevat de eigenlijke data van de file. De "recource fork" bevat een verzameling file-constanten, zoals icoondefinities, parametrische gegevens en attributen. Bovendien wordt van ieder bestand nog eens extra informatie opgeslagen in een verborgen bestand, de "Desktop Database".
De "PowerPC" is de moderne opvolger van de aloude "Mac's", gebaseerd op een RISC-microprocessor ontworpen door Motorola, IBM en Apple Computer Inc. De "PowerPC-standaard" specificeert een openbare architectuur, zodat iedereen "PowerPC"-processors kan ontwerpen en op de markt brengen. De "PowerPC"-architectuur is gebaseerd op de architectuur van de IBM werkstations.
In het najaar van 1998 kwam Apple met de "iMAC G3/233". Alweer een zeer innovatief ontwerp van Apple, zie figuur 10-536, met ingebouwd 65 k modem, Ethernet-ondersteuning, twee USB-poorten, 233 MHz PowerPC G3 processor, 512 kB Level 2 cache, 32 MB SRAM (uitbreidbaar tot 128 MB), 4 GB harde schijf, 2 MB grafisch RAM (uitbreidbaar tot 6 MB), 24 speed CD-ROM en werkende met het Mac OS 8.1 operating system. Het enige vervelende is dat deze computer géén ingebouwde floppy-drive heeft!

MacOS Het operating system van de "Mac"-computers van Apple. De op dit moment meest gebruikte versie is System 7.0. Mac OS 8 bevat aanmerkelijke verbeteringen, zoals meer stabiliteit, geïntegreerde Internet-toegang,

"personal assistents" en de mogelijkheid JAVA-applets te draaien via het "Mac OS Runtime for JAVA".



Figuur 10-536: Macintosh.

MACP Letterwoord van "Motion Adaptive Colour Plus", een codeer- en decodeer-techniek die wordt gebruikt bij PALplus bij uitzendingen in de "Camera"-mode. Deze mode garandeert een betere scheiding tussen de kleuren- en luminescentie-informatie van het kleurenbeeld. Bij deze mode wordt echter nog steeds gebruik gemaakt van de ook van de normale PAL-uitzendingen bekende interlaced-techniek, waarbij de even en oneven lijnen van een TV-beeld ná elkaar worden geschreven. De MACP-codering wordt opgenomen in bit B4 van de "Enhanced Service"-groep van de bits die in lijn 23 van een volledig TV-beeld worden verzonden.

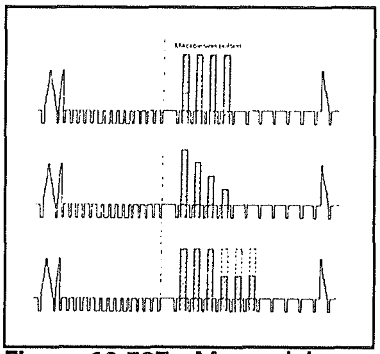
Macro (1) Een reeks commando's in een hogere besturingstaal of in de taal van een speciaal programma, bijvoorbeeld WordPerfect, waarmee men bepaalde standaard-handelingen kan automatiseren. Zo kan men bijvoorbeeld een WordPerfect-macro maken, die een tekst-tabel vrijwel automatisch omzet in de noodzakelijke HTML-codering om ook in een WWW-browser de tabelvorm te handhaven.

Macro (2) Een voorvoegsel dat aangeeft dat het begrip achter het voorvoegsel extreem groot, zwaar, etc is. In dit kader in het begrip "macro" het tegengestelde van "micro".

Macroscopisch Een term waarmee wordt aangegeven dat een voorwerp groot genoeg is om met het blote oog waargenomen te worden, vergelijk met microscopisch.

Macrovision Een systeem dat is ontwikkeld om het kopiëren van voorbespeelde videobanden onmogelijk te maken. Zeer oude VHS-recorders hebben echter lak aan deze beveiliging en maken zonder problemen een bruikbare kopie. Bezitters van moderne recorders hebben het moeilijker. Het gevolg is dat de kopie het aanzien niet waard is, omdat het beeld voortdurend gestoord wordt door synchronisatiefouten en kleurverloop. In het midden van de jaren tachtig werd door een klein Amerikaans bedrijf een systeem bedacht, waardoor het onmogelijk zou worden VHS-kassettes te kopiëren. Dat systeem werd "ACP" genoemd, afkorting van "Anti Copy Process". Omdat het systeem niet feilloos werkte en er bovendien op dat moment blijkbaar geen markt voor was, verzonk ACP in de vergetelheid. De technologie van VHS-recorders vorderde echter, met als gevolg dat kopieën van voorbespeelde banden steeds minder van de originelen te onderscheiden waren. Het oude ACP werd uit de kast gehaald, iets gemoderniseerd en er werd een nieuwe naam aan gegeven: Macrovision. Het grote en invloedrijke Japanse concern JVC, de ontwikkelaar van het VHS-systeem, nam Macrovision onder zijn hoede.
De eerste versie van het beveiligingssysteem, Macrovision-I genoemd, verscheen in het najaar van 1987 op de markt. Omdat het systeem nog steeds alles behalve betrouwbaar bleek (een heleboel eerste generatie recorders namen goede kopieën op en sommige oude KTV's konden gecodeerde kassettes niet goed weergeven) en er bovendien al snel enige Macrovision decoders op de markt verschenen die de beveiligingssignalen feilloos weg filterden, werd versie I al in 1989 opgevolgd door versie II en even later door versie III. De meeste moderne videorecorders weigeren Macrovision-kassettes op te nemen.
Zoals bekend bestaat één lijn van het videosignaal uit drie delen. Eerst komt een smalle puls die zorgt voor de lijnsynchronisatie in de ontvanger. Nadien volgt de kleurenburst. Tot slot komt de eigenlijke beeldinformatie van de lijn. Het zal duidelijk zijn dat het volkomen onmogelijk is stoorsignalen in de beeldinformatie op te nemen. Ook het knoeien in de sync- en de burstpulsen is niet aan te bevelen. Beide signalen zijn van wezenlijk belang voor een ongestoorde weergave van het beeld op een KTV. Echter, zoals bekend worden van de in totaal 625 lijnen die per seconde worden uitgezonden er ongeveer 50 niet gebruikt voor video-informatie. Die "lege" lijnen worden ingelast gedurende de overgangen van het ene halve beeld naar het volgende. Die lijnen bevatten alleen zwartinformatie, zodat zij niet zichtbaar zijn op het scherm. Bij TV-zenders worden deze verloren lijnen nuttig gebruikt voor het verzenden van allerlei digitale informatie, zoals Videotekst, zenderinformatie, programmacodering en testsignalen. Op videobanden zijn deze lijnen echter volledig

ongebruikt. Het zal duidelijk zijn dat in dit brede gebied mogelijkheden aanwezig zijn om bepaalde pulsen in te voegen, die de goede werking van een (aangepaste) VHS-recorder storen.
Versie I van Macrovision, rechtstreeks afgeleid van ACP, doet niet meer of minder dan in de eerste zwarte lijnpulsen na een beeldwisseling enige zeer grote stoorpulsen invoegen. Die pulsen zijn veel en veel groter dan het wit-niveau en voldoen dus absoluut niet aan de PAL-normen wat betreft amplitude. De smalle pulsjes worden in het midden van de lijnpulsen aangebracht en bestaan uit ruispulsen die variëren in grootte, frequentie en plaats. In de drie grafieken van figuur 10-537 zijn drie mogelijkheden getekend. Het Macrovision-signaal kan bestaan uit enige even grote pulsen, uit zaagtandvormige en in amplitude afnemende pulsen of uit pulsen waarvan de amplitude snel heen en weer wordt geschakeld tussen twee niveaus. Bovendien wordt er schijnbaar willekeurig heen en weer geschakeld tussen de verschillende configuraties. Zo kan het gebeuren dat er enige seconde achter elkaar allemaal even grote pulsjes verschijnen, die nadien enige seconde in amplitude worden gevarieerd en nadien weer even verdwijnen. Men heeft voor dit systeem gekozen omdat het op deze manier volledig onmogelijk is de pulsjes met eenvoudige schakelingen uit het videosignaal te verwijderen.
Het begin van de syncpulsen wordt in een TV-ontvanger gedetecteerd en deze informatie wordt gebruikt om via PLL-schakelingen nieuwe mooie syncpulsen te genereren. Bij VHS-recorders liggen de zaken iets anders. Ieder magnetisch medium is zeer gevoelig voor oversturing van de band. Bovendien heeft een magnetische band veel hinder van bandruis als hij niet maximaal wordt uitgestuurd. Vandaar dat het noodzakelijk is de band zo volledig mogelijk te moduleren (lage bandruis), maar nooit over te moduleren (oversturing). Om deze twee eisen te realiseren zijn VHS-recorders uitgerust met een tamelijk uitgebreide automatische versterkingsregeling, AGC genoemd. Deze schakeling meet het gemiddelde niveau van het ontvangen videosignaal en past de versterking van de videoversterker zo aan, dan aan de uitgang steeds een signaal ontstaat waarmee de band volledig uit te sturen is, maar nooit overstuurd wordt. Die AGC-schakeling is ontworpen voor normale PAL-signalen, waarbij de wit- en zwart-drempels vast liggen. Als nu echter deze schakeling gestuurd wordt met een signaal waarin de smalle en zeer grote Macrovision-pulsen aanwezig zijn, ***kan*** het gebeuren dat de schakeling volledig de kluts kwijt raakt. Als de Macrovision pulsen aanwezig zijn veronderstelt de AGC dat de amplitude van het videosignaal plotseling zeer groot wordt en regelt de versterking van de videoversterker fors terug. Het gevolg is dat er een zeer klein signaaltje op de band wordt gemoduleerd. Dat signaal is zo klein dat het volledig in de eigen ruis van de band verzinkt en dat een KTV-ontvanger, die het signaal weer moet weergeven er niets van kan maken. Als even later de Macrovision pulsen weer wegvallen veronderstelt de AGC dat het signaal opeens veel kleiner wordt en gaat de versterking van de videoversterker flink opvoeren. Het gevolg is dat de band even volledig overstuurd wordt en er van het videosignaal weinig bruikbaars overblijft.

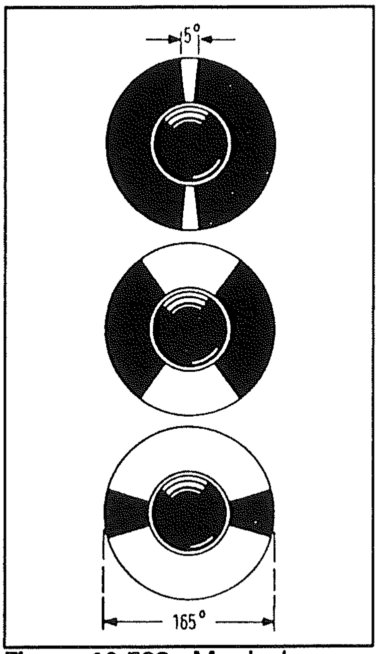


Figuur 10-537: Macrovision.

Ondanks de ingenieuze manier waarop de stoorpulsen in de vertikale sync werden aangebracht, bleek al snel dat Macrovision-I vrij gemakkelijk te kraken was. Als reactie hierop werd Macrovision-II ontwikkeld. Naast de stoorpulsen in de vertikale sync voegt dat systeem ook stoorpulsjes toe in het 2,5 µs brede zwart-niveau tussen de kleurenburst en het begin van de beeldinformatie in een lijn. Ook deze pulsen worden schijnbaar willekeurig ingevoegd en variëren in grootte en samenstelling. Na versie II werd versie III ontwikkeld, waarover echter in de literatuur geen nadere gegevens konden worden gevonden.

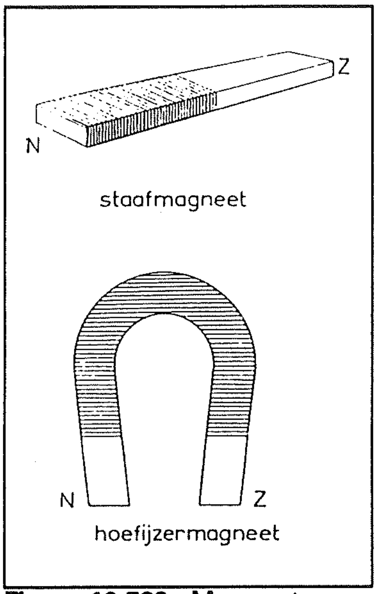
MADT Letterwoord van "Micro-alloy Diffused Transistor". Een transistor met zeer kleine emitter- en collector-elektroden die worden gefabriceerd door dunne films van onzuiver materiaal aan weerszijden van het halfgeleiderkristal aan te brengen.

MAGAMP Afkorting van "Magnetic Amplifier", magnetische versterker, zie aldaar.



Figuur 10-538: Magisch oog.

Magisch oog Een afstemindicator, die in het buizentijdperk werd gebruikt om radio-ontvangers goed af te stemmen op een zender. Een magisch oog was in wezen een radio-buis met een kathode, twee stuurelektroden en een anode. Boven de holle anode was een fluorescerende laag in de buis aangebracht. Door het variëren van de spanningen op de stuurelektroden werd de van de kathode uitgestraalde elektronenbundel min of meer op deze laag gefocusseerd. In figuur 10-538 zijn de drie fasen van de afstemming middels een magisch oog voorgesteld. In de bovenste figuur wordt geen zender ontvangen. Het fluorescerend scherm is grotendeels zwart, alleen twee kleine spleetjes lichten groen op. Naarmate men de ontvanger beter op de frequentie van de zender afstemt, neemt het groene gedeelte toe (zie midden). In de onderste figuur is getekend hoe het magisch oog er uit ziet als een maximaal zendersignaal wordt ontvangen. Het grootste deel van het "oog" straalt nu groen licht uit, alleen twee kleine sectoren blijven zwart.

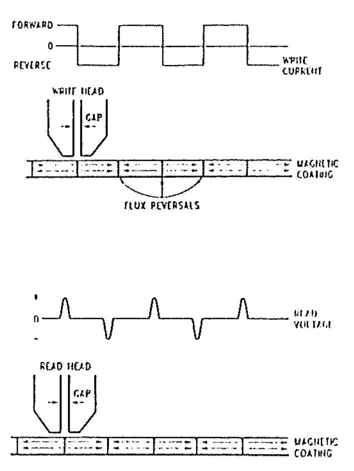


Figuur 10-539: Magneet.

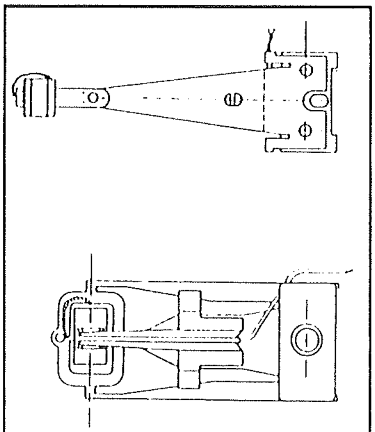
Magneet Een voorwerp dat een aantrekkende kracht uitoefent op ijzer. Komt in de natuur voor onder de vorm van magnetisch ijzererts, zoals magnetiet. Ijzeren voorwerpen kunnen eenmalig gemagnetiseerd worden, waarna zij hun magnetische eigenschappen behouden. Magneten worden gemaakt in diverse uitvoeringen, zoals de staafmagneet en de hoefijzer magneet, zie figuur 10-539.

Magneetkop Het opname- en weergave-onderdeel in alle opslagsystemen die gebruik maken van magnetisme, zoals compact cassettes, harde schijven en zachte schijven. Als voorbeeld wordt de werking van de magneetkop van een harde schijf behandeld. Voor het schrijven op een hard disk wordt de datastroom toegevoerd aan een spoeltje op de magneetkop. Deze kop wordt daardoor gemagnetiseerd en stuurt vervolgens magnetische krachtlijnen van de ene zijde naar de andere zijde van de registratiekop. Dit noemt men de twee polen van de kop. Dit principe is weergegeven in figuur 10-540, boven. De krachtlijnen magnetiseren het gebied van de laag op de schijf dat onder de kop zit. Voor het lezen van data wordt (meestal) dezelfde magneetkop gebruikt als voor het schrijven. Deze staat stil boven de snel ronddraaiende schijf. Op ieder punt van het oppervlak staat een magnetisch moment. De magnetische krachtlijnen rond deze momenten wekken in de kern van de kop een magnetisch veld op. De richting van dit veld is afhankelijk van de richting waarin de momenten op de schijf bij het lezen werden gepolariseerd. De magnetische krachtlijnen in de kern van de kop wekken in de spoel van de kop kleine spanningspulsen op. De polariteit van deze pulsen is afhankelijk van de richting van het magnetisch veld door de kern van de kop. Door de opeenvolgende magnetische momenten op het oppervlak van de schijf op de beschreven manier af te lezen krijgt men een reeks pulsen, waarvan de polariteit aangeeft welk databit er werd uitgelezen, dus een nul of een een. Dit proces is beschreven in de onderste tekening van figuur 10-540. Zoals beschreven wordt het magnetische veld door middel van een registratiekop op het magnetische oppervlak van de schijf overgebracht. Er wordt gebruik gemaakt van twee lagen van magnetisme, namelijk de gewone en de dunne film. Aangezien er twee verschillende

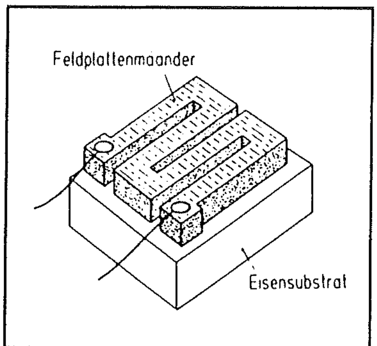
soorten van informatiedragers zijn, zijn er ook twee soorten van registratiekoppen. De eerste registratiekop is de alom bekende Winchester kop die gebruikt wordt voor de gewone informatie drager. Met de ontwikkeling van de dunne film informatie drager is er tevens de behoefte ontstaan aan een andere registratiekop, die de Whitney kop wordt genoemd. Beide registratiekoppen staan getekend in figuur 10-541, met de Winchester boven en de Whitney onder.



Figuur 10-540: Magneetkop (1).



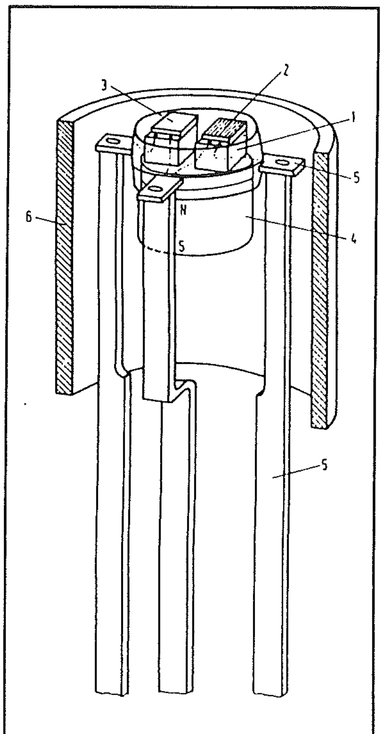
Figuur 10-541: Magneetkop (2).



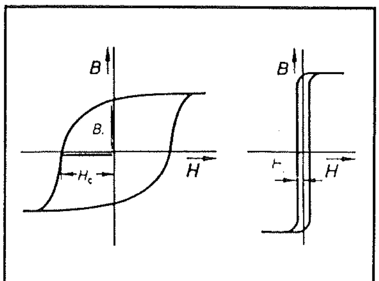
Figuur 10-542: Magneetveld halfgeleiders (1).

Magneetveld halfgeleiders Een reeks halfgeleidende onderdelen, waarvan de werking berust op het veranderen van de eigenschappen onder invloed van een magnetisch veld. De voornaamste zijn de zogenoemde "veldplaten", magnetisch bestuurbare weerstanden op basis van InSb en NiSb. De door de halfgeleider vloeiende ladingsdragers worden door een loodrecht gericht magnetisch veld als gevolg van de Lorentz-kracht zijdelings afgebogen, waardoor zij langer door het materiaal vloeien en meer weerstand ondervinden. Om de gevoeligheid te vergroten wordt het materiaal meandervormig op een drager aangebracht, zie figuur 10-542. Naast de enkelvoudige uitvoeringen van figuur 10-542 zijn er ook differentiële typen op de markt, zie figuur 10-543, die in brugschakelingen worden ingezet en zeer gevoelig zijn voor het meten van het verschil tussen twee magnetische velden. Het verband tussen de weerstand van een veldplaat en de magnetische flux dichtheid B verloopt over een bepaald gebied vrijwel lineair.

Magnetisatie curve De grafiek die het verband geeft tussen de magnetische flux dichtheid B en de magnetische veldsterkte H over en in een materiaal. Wordt vaak de "BH-curve" genoemd en geeft inzicht in de ferromagnetische eigenschappen van een materiaal. De typische vorm van de BH-curve is geschetst in figuur 10-544, links voor zogenoemde hardmagnetische stoffen, rechts voor zacht-magnetische stoffen.

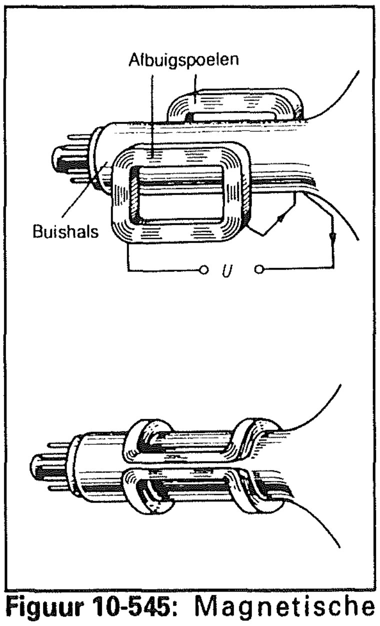


Figuur 10-543: Magneetveld halfgeleiders (2).



Figuur 10-544: Magnetisatie curve.

Magnetische afbuiging De afbuiging van een elektronenstraal onder invloed van een magnetisch veld. Magnetische afbuiging wordt gebruikt in de beeldbuizen van TV's en computer-monitoren. Het verschijnsel ontstaat doordat de elektrisch geladen elektronen bij het doorlopen van een magnetisch veld een Lorentz-kracht ondervinden. Die kracht zorgt ervoor dat zij worden afgebogen en wel loodrecht op het magnetisch veld en loodrecht op de stroomrichting. Het magnetisch veld wordt opgewekt door twee set's spoelen, die rond de hals van de beeldbuis zijn geplaatst, zie figuur 10-545. Men stuurt zaagtandvormige stromen door deze spoelen, waardoor de elektronen van links naar rechts en van boven naar beneden worden afgebogen. Beide bewegingen hebben tot gevolg dat de elektronenstraal het gehele scherm van de beeldbuis afscant.



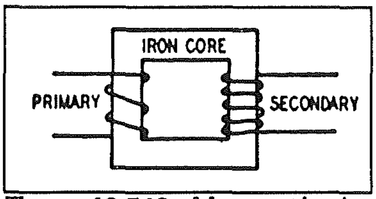
Figuur 10-545: Magnetische afbuiging.

Magnetische fles Een sterk magnetisch veld dat gebruikt wordt om geladen deeltjes op te sluiten in een ronddraaiende bundel. Voornaamste toepassing is in een kernfusie-reactor, waarbij gloeiend heet waterstofgas (plasma) (temperatuur 100 miljoen graden!) ver van de wanden van een vat door een absoluut vacuüm zweeft. De magnetische fles verhindert het contact tussen het plasma en de wanden van het vat, die bij dergelijke temperaturen immers onmiddellijk zouden verdampen.

Magnetische flux Eenheid die de sterkte van een magnetisch veld, dat door een vlak loopt, bepaalt. Het symbool is de Griekse letter Φ (uit te spreken als phi), de eenheid de Wb (Weber). De flux word bepaald door het product van de magnetische flux dichtheid B en het oppervlak van het vlak. Men kan zich de flux voorstellen als het aantal magnetische krachtlijnen dat het beschouwde oppervlak loodrecht penetreert.

Magnetische flux dichtheid De magnetische flux (zie aldaar) die door de oppervlakte-eenheid vloeit van een plat vlak. Het symbool is B, de eenheid de T (Tesla) oftewel de Weber per vierkante meter.

Magnetische koppeling Koppeling tussen twee kringen door middel van een of meerdere magnetische velden. Het bekendste voorbeeld van magnetische koppeling is de voedingstransformator. Twee spoelen zijn op een ijzeren kern gewikkeld, zie figuur 10-546. Op de eerste (primaire) spoel wordt de netspanning aangesloten. Deze variërende spanning zorgt voor een variërend magnetisch veld, dat door het ijzer van de kern wordt geleidt. Dit variërend magnetisch veld zal in de tweede (secundaire) spoel een wisselspanning genereren. Door beide wikkelingen een verschillend aantal windingen te geven kan men de netspanning naar beneden transformeren of naar boven transformeren. In het eerste geval ontstaat secundair laagspanning, in het tweede geval hoogspanning.



Figuur 10-546: Magnetische koppeling.

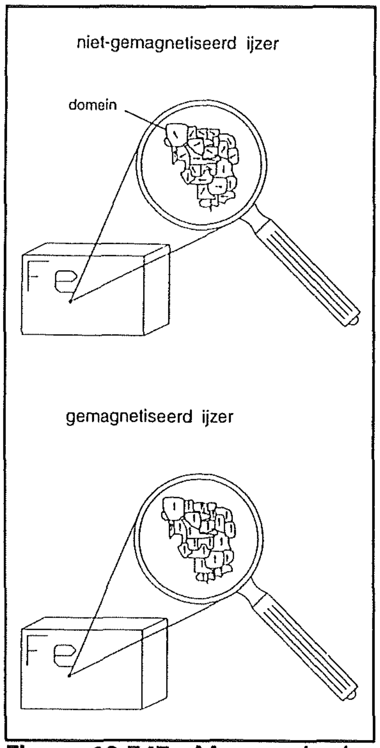
Magnetische lek De ongewenste verspreiding van magnetische krachtlijnen buiten het medium waardoor deze krachtlijnen in principe zouden moeten lopen. Magnetische lekken ontstaan bijvoorbeeld bij de luchtspleten die aanwezig zijn in de kernen van transformatoren. Deze lekvelden reduceren niet alleen het rendement van de transformatoren, maar kunnen tot tal van ongewenste verschijnselen leiden. Als in de buurt van de transformator zeer gevoelige schakelingen of kabels staan of liggen, dan kunnen de magnetische lekken in deze schakelingen of kabels ongewenste wisselspanningen induceren, die hoorbaar zijn als 50 Hz brom.

Magnetische lens Een systeem waarmee het mogelijk is bundels geladen deeltjes, bijvoorbeeld elektronen, te concentreren in een brandpunt, net zoals een glazen lens doet met lichtbundels. Magnetische lenzen worden bijvoorbeeld gebruikt in elektronenmicroscopen. De werking van een magnetische lens is te verklaren uit het feit

dat magnetische velden op elektrisch geladen deeltjes krachten uitoefenen, de zogenoemde Lorentz-krachten. Deze krachten veroorzaken afbuigingen van de deeltjes. Door het zorgvuldig instellen van de grootte van de magnetische velden in de lens ontstaat het bundelend effect.

Magnetische monopool Een normale magneet heeft ***altijd*** een noord- en een zuidpool. Een fundamenteel verschil met de elektrische lading, die geïsoleerd aanwezig kan zijn als negatief of positief. Nu is dit heel vreemd, omdat de natuurkundige en wiskundige theorieën over magnetisme en elektrische lading heel veel overeenkomsten vertonen. Om een volledige symmetrie tussen de theorieën over elektrische lading en magnetisme te verkrijgen werd verondersteld dat er elementaire deeltjes bestaan, die alleen een noord- of alleen een zuidpool bezitten. Dergelijke imaginaire deeltjes worden monopolen genoemd. De ontdekking van hun bestaan zou een belangrijke bijdrage kunnen leveren aan de vervolmaking van de "theorie van alles", een wiskundig model dat het ontstaan van het heelal zoals wij dat ervaren zou kunnen beschrijven en verklaren. Sommige experimentele natuurkundigen beweren dat reeds in 1982 het bestaan van dergelijke magnetische monopolen werd aangetoond. De resultaten van hun experimenten zijn echter nog steeds zeer omstreden.

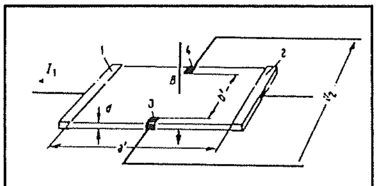
Magnetische schijf Het hart van een zachte of harde schijf, het medium waarop de gegevens onder de vorm van kleine gemagnetiseerde oppervlakjes worden geregistreerd. De werking berust op de ferromagnetische eigenschappen van bepaalde metalen. Bij deze materialen zijn microscopisch kleine gebiedjes, zogenoemde "domeinen", die bestaande uit miljarden atomen, in een bepaalde richting gemagnetiseerd. Dergelijke gebiedjes noemt men "Weiss"-gebiedjes. Deze gebiedjes zijn echter in volledig willekeurige richtingen gemagnetiseerd, zodat zij elkaars magnetische werking opheffen. Het materiaal lijkt dus niet-magnetisch. Plaatst men echter een Weiss-gebied in een extern magnetisch veld, dan richten zich bijna alle domeintjes naar dit extern veld. Het gebied wordt magnetisch in een welbepaalde richting gepolariseerd. Dit is voorgesteld in figuur 10-547. Zonder een tweede fysische eigenschap zou men nog niets kunnen beginnen met dergelijke Weiss-gebiedjes. Die tweede eigenschap heet "remanentie". Na het uitschakelen van het extern magnetisch veld behouden de Weiss-gebiedjes een groot deel van hun gedwongen magnetische polarisatie in de richting van het extern veld. Het gebiedje wordt dus permanent magnetisch en dit zeer kleine magnetisch veld kan nadien worden gedetecteerd en omgezet in kleine elektrische spanningen. De remanentie is echter niet voor eeuwig geldig. Onder invloed van de temperatuur, het aardmagnetisch veld, schokken, stoten en trillingen zal het remanente magnetisch veld langzaam maar zeker afnemen. De gegevens op magnetische schijven, opgeslagen onder de vorm van remanent magnetisme in de Weiss-gebiedjes, zullen dus na verloop van tientallen jaren niet meer uit te lezen zijn omdat het remanent veld van de gebiedjes te zwak is geworden. Heeft men dus zeer belangrijke gegevens bewaard op floppy's, dan doet men er goed aan de inhoud van deze floppy's om de vijf jaar te verversen. Dat gaat heel eenvoudig: maak een directory op de harde schijf aan, bijvoorbeeld C:\KOPIE en kopieer alle bestanden van de floppy naar deze directory met COPY A:*.*. Kopieer de gegevens nadien opnieuw naar de diskette.



Figuur 10-547: Magnetische schijf.

Magnetische sensor Een sensor die in staat is magnetische velden te detecteren en om te zetten in een verandering in een andere elektrische grootheid, bijvoorbeeld inwendige weerstand, spanning of stroom. De meeste magnetische sensoren werken volgens het principe dat "Hall"-effect heet en voorgesteld wordt in

figuur 10-548. Een Hall-generator is een onderdeel dat een gelijkspanning opwekt waarvan de grootte evenredig is met de sterkte van de magnetische inductie die op het onderdeel invalt. De generator bestaat uit een dun plaatje van Indium-Antimoon. Op twee tegenover elkaar liggende zijden worden brede kontaktstrippen 1 en 2 gemonteerd, de twee overige zijden worden uitgerust met kleine kontaktpunten 3 en 4. De strippen 1 en 2 worden opgenomen in een stroombronschakeling, die een constante stroom door de folie stuurt. Deze stroom heeft tot gevolg dat er elektronen door de folie gaan stromen. Uiteraard volgen deze elektronen de kortste weg door de folie en vloeien dus in rechte banen van 1 naar 2. Als het plaatje echter wordt opgesteld tussen de polen van een magneet dan zal de Hall-generator worden blootgesteld aan de magnetische veldlijnen die van de ene naar de andere magnetische pool van deze magneet vloeien. Als gevolg van de Lorentz-kracht zullen de elektronen die van 1 naar 2 vloeien worden afgebogen. De richting is afhankelijk van de richting waarin de magnetische krachtlijnen het plaatje doorstromen. De grootte van de afbuiging is afhankelijk van de sterkte van het magnetische veld. Een en ander heeft tot gevolg dat het elektrische evenwicht in het plaatje wordt verstoord en er plaatsen zijn waar meer en plaatsen waar minder elektronen per vierkante mm aanwezig zijn dan in rust. Over het plaatje ontstaat een elektrisch veld en dit veld wekt tussen de kontaktpunten 3 en 4 een kleine gelijkspanning op. De grootte van deze spanning is afhankelijk van de sterkte van het magnetische veld, de polariteit van de spanning afhankelijk van de richting van de magnetische veldlijnen. Het zal duidelijk zijn dat ook de grootte van de constante stroom die van 1 naar 2 door de Hall-generator wordt gestuurd een woordje mee spreekt bij het bepalen van de grootte van de Hall-spanning die tussen de punten 3 en 4 ontstaat. Vandaar dat het zeer belangrijk is deze stroom te genereren door een zeer nauwkeurig en stabiel werkende constante stroombron. Bovendien zal er ook in rust, dus zonder magnetisch veld, op de punten 3 en 4 een spanning staat ten opzichte van de massa. Het enige dat men kan stellen is dat het spanningsverschil tussen 3 en 4 nul is. Om de Hall-spanning te verwerken zal men de spanningen op de punten 3 en 4 dus steeds aan een verschilversterker moeten aanbieden, die het spanningsverschil tussen beide punten berekent en dit eventueel versterkt.



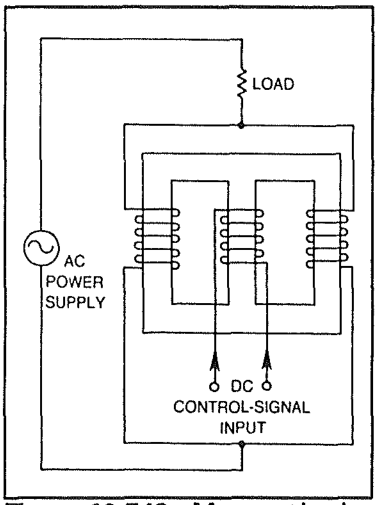
Figuur 10-548: Magnetische sensor.

Magnetische storm Een verstoring in het magnetisch veld van de aarde, meestal veroorzaakt door zonnevlekken, die aardse elektromagnetische communicatie beïnvloedt en verbindingen lam kan leggen.

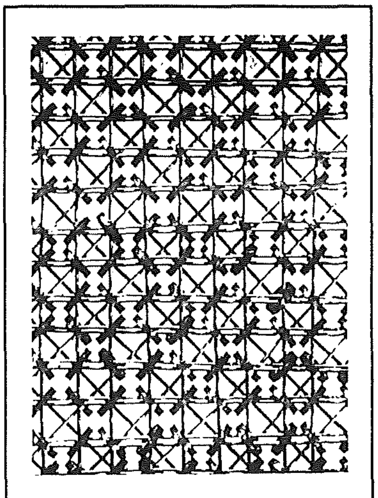
Magnetische transitie temperatuur Ook "Curie-punt" genoemd. De eigenschap van ferro-magnetische materialen dat bij een bepaalde temperatuur het aanwezig remanent magnetisme opeens wegvalt. De domeinen in de "Weiss"-gebieden blijven weliswaar magnetisch, maar de door de remanentie voorgeschreven gedwongen richting van hun magnetisme vervalt en de gebiedjes worden weer willekeurig gericht. Dit verschijnsel word onder andere gebruikt in sommige thermostatisch geregelde soldeerbouten, waar een schakelaar wordt onderbroken als een remanent gemagnetiseerd ijzeren staafje zijn Curie-temperatuur bereikt. Lees ook "magnetische schijf".

Magnetische versterker Een speciale transformator, waarbij de magnetische verzadigingsgrens van de kern wordt gebruikt om de waarde van de inwendige impedantie van de transformator te variëren. Zoals uit figuur 10-549 blijkt, bevat de transformator drie wikkelingen. De twee buitenste wikkelingen bevatten even veel windingen, die echter tegengesteld gewikkeld zijn. Deze windingen staan parallel en zijn opgenomen in de primaire stroomkring tussen de wisselspanningsvoeding en de belasting. Door beide wikkelingen loopt stroom, er worden dus magnetische velden in de kern van de trafo geïnduceerd. Omdat de wikkelingen echter tegengesteld gewikkeld zijn, heffen beide magnetische velden in de kern elkaar op. De derde wikkeling wordt aangesloten op een regelbare gelijkspanning. De stroom die door deze wikkeling vloeit, magnetiseert de kern. Op een bepaald moment is het magnetisch veld rond deze wikkeling zo groot dat de kern in magnetische verzadiging wordt gestuurd. Hierdoor neemt de inwendige weerstand van de

transformator toe, de stroom in de primaire kring gaat dalen en de belasting wordt minder gestuurd. Door het variëren van de gelijkspanning kan men dus de wisselspanning over de belasting in een bepaalde mate regelen.



Figuur 10-549: Magnetische versterker.

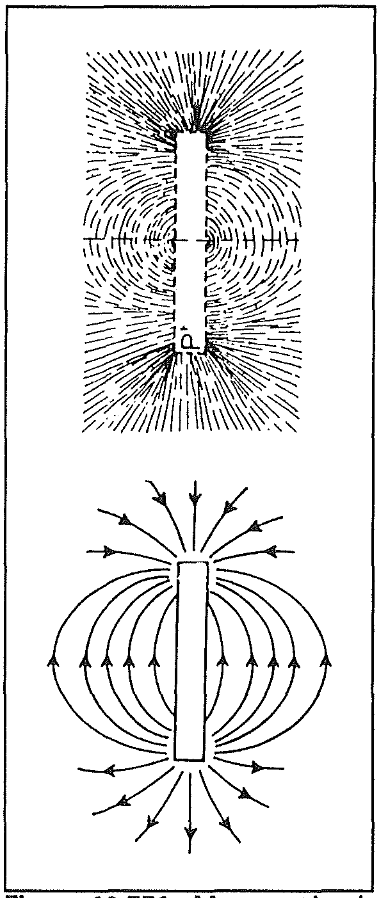


Figuur 10-550: Magnetisch geheugen.

Magnetische verzadiging De toestand waarbij een magnetisch materiaal het maximaal aantal magnetische veldlijnen doorlaat. Een verhoging van de magnetische veldsterkte heeft geen verhoging van de magnetisatie van het materiaal tot gevolg. Van dit verschijnsel wordt gebruik gemaakt in magnetische versterkers, zie aldaar.

Magnetische vonkblussing Het uitdoven van een elektrische vonk door het aanleggen van een sterk extern magnetisch veld. De geladen deeltjes waaruit de vonk bestaat zullen dóor de Lorentz-kracht worden afgebogen. Het gevolg is dat de vonkboog langer wordt, de impedantie neemt toe en de vonk dooft uit.

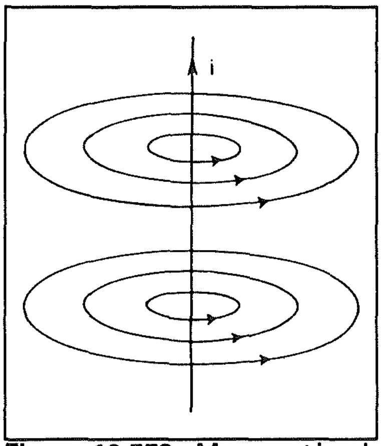
Magnetisch geheugen In principe kan men alle opslagmedia die werken door het magnetiseren van "Weiss"-deeltjes (zie "magnetische schijf") magnetische geheugens noemen. Deze term duidt echter specifiek op een soort geheugen dat nu al lang naar de geschiedenisboeken is verwezen: de opslag van elektronische gegevens in kleine ferrietringetjes, die via speciale technieken al dan niet worden voorzien van een remanent magnetisch veld. In figuur 10-550 is een deel van een dergelijk geheugen voorgesteld. De kleine ferriet ringetjes staan opgesteld in een matrix, die door drie draden wordt doorlopen. Door stroompulsjes door één horizontale en één vertikale draad te sturen kan men een ringetje voorzien van een remanent magnetisch veld. Dit veld kan nadien door de derde "sense"-draad uitgelezen worden. In principe werkt dus ieder kraaltje als een moderne flipflop en de aanwezigheid van remanent magnetisme in een kraaltje komt overeen met de opslag van één bit. In de jaren zestig waren nog heel wat elektronische machines uitgerust met een dergelijk ringkerngeheugen, waarin vaak tienduizenden ferriet kraaltjes meetwaarden opbergden voor latere verwerking.



Figuur 10-551: Magnetisch veld (1).

Magnetisch veld Het verschijnsel dat een magneet in staat is invloed uit te oefenen op voorwerpen die in de ruimte in de buurt van de magneet aanwezig zijn. Dit verschijnsel ontstaat door een fundamenteel natuurkundig gegeven: het magnetisch veld. Dit veld kan men zelfs zichtbaar maken: legt men op een staafvormige permanente magneet een velletje papier en strooit men fijn ijzervijlsel op dit papier, dat zullen de ijzeren korreltjes zich volgens het patroon van figuur 10-551 (boven) op het papier groeperen. Het magnetisch

veld bestaat dus blijkbaar uit krachtlijnen, die de ijzeren deeltjes aantrekken. Het veld kan symbolisch weergegeven worden zoals getekend in de onderste tekening van figuur 10-551.
Een magnetisch veld kan, behalve door magneten ook door elektrische stromen opgewekt worden. Elke stroomvoerende geleider blijkt invloed uit te oefenen op zijn omgeving en wel op een manier die volledig vergelijkbaar is met deze van een magneet. Rond een stroomvoerende geleider ontstaat dus ook een magnetisch veld, maar dit is centrisch en loodrecht rond de geleider aanwezig, zie figuur 10-552.

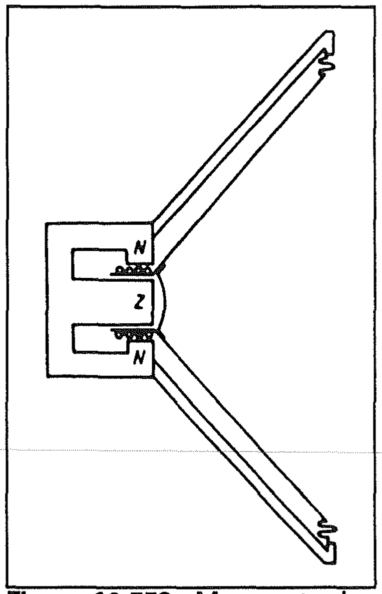


Figuur 10-552: Magnetisch veld (2).

De sterkte van het magnetisch veld wordt gedefinieerd door de vectoriële grootheid "magnetische veldsterkte", voorgesteld door het symbool H. Het is een vectoriële grootheid, omdat men er niet alleen een waarde aan kan toekennen, maar ook een richting, een aangrijpingspunt en een zin. Deze vectoren definiëren de manier waarop het magnetisch veld zijn invloed op de omgeving doet voelen: onder de vorm van een mechanische kracht in de richting en zin van de vector H, die geladen deeltjes of ferro-magnetische materialen van baan doet veranderen of van rust naar beweging brengt. De eenheid van de magnetische veldsterkte is de Ampère per meter (A/m).

Magnetisme De natuurkundige studie van het magnetisch veld en de eigenschappen en gedragingen ervan. Magnetisme is een van de oudste takken van de experimentele natuurkunde. Reeds in 1600 schreef de Engelsman William Gilbert een boek "Over de magneten", waarin voor het eerst magnetische verschijnselen op een fatsoenlijke experimentele manier werden beschreven.

Magnetodynamische luidspreker Een luidspreker die werkt als gevolg van de afstotende en aantrekkende mechanische krachten, die ontstaan tussen magnetische velden. Bij dit soort luidsprekers wordt één magnetisch veld opgewekt door een permanente magneet en het tweede magnetisch veld door een spoeltje, waardoor een elektrische stroom vloeit (zie figuur 10-553). Door de grootte van deze stroom te moduleren op het ritme van het audio-signaal ontstaan tussen beide velden aantrekkende en afstotende krachten, die er voor zorgen dat het spoeltje en de er aan bevestigde conus van de luidspreker heen en weer gaan bewegen. De bewegende conus werkt als een pomp die de lucht samenperst of verdunt. Een elektrische stroom is omgezet in luchtdrukverdelingen, die zich volgens de klassieke wetten van de golftheorie in de ruimte uitbreiden. Dergelijke luidsprekers worden ook elektrodynamische luidsprekers genoemd, misschien een betere benaming omdat het fundamentele werkingsverschil met de tweede soort luidsprekers, de elektrostatische, hierdoor beter tot uiting komt.



Figuur 10-553: Magnetodynamische luidspreker.

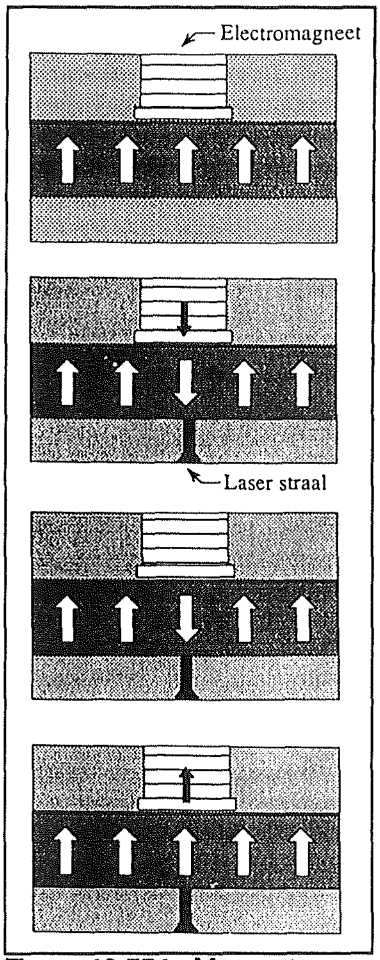
Magneto-hydro-dynamica De natuurkundige theorie die zich bezig houdt met het onderzoeken van de wisselwerkingen tussen magnetische velden en elektrisch geleidende vloeistoffen en gassen. Voert men bijvoorbeeld een heet gas door een sterk magnetisch veld, dan kan men via twee elektroden, geplaatst in de gasstroom, een elektrische stroom aftappen.

Magnetometer Een meetinstrument, waarmee men de grootte en de richting van een magnetisch veld kan meten.

Magnetomotieve kracht Afkorting mmk, het magnetisch equivalent van de emk, de elektromotorische kracht. Wordt wiskundig gedefinieerd als de integraal van de magnetische veldsterkte H over een gesloten weg binnen een magne-

tisch veld. De eenheid is de ampèrewinding (Aw).

Magneto-optisch effect Het natuurkundig verschijnsel dat sterke magneetvelden in staat zijn de polarisatierichting van een lichtgolf te beïnvloeden, wordt ook Kerr-effect genoemd.



Figuur 10-554: Magneto-optische schijf.

Magneto-optische schijf Ook MO-schijf genoemd. Een glazen of kunststof schijf, voorzien van een laagje speciaal magnetiseerbaar materiaal, meestal TbFeCo, waarop men digitale gegevens kan opslaan, uitlezen en weer wissen. Bij de fabricage van de schijf worden alle magnetische domeinen in de laag in een bepaalde richting gepolariseerd, zie bovenste tekening in figuur 10-554. Bij het schrijven van gegevens wordt het oppervlak van de schijf plaatselijk bestraald met een sterke bundel LASER-licht (infrarood tot blauw, afhankelijk van het materiaal), waardoor de laag op de schijf wordt verhit tot boven het Curie-punt (zie "Magnetische transitie temperatuur"). Op dat moment wordt door middel van een spoeltje onder de schijf een sterk magnetisch veld aangelegd. Door dit veld kunnen de verhitte domeinen van magnetische polariteit wisselen. Koelt het gebiedje nadien weer af, dan blijft deze magnetische polarisatie bestaan, zie figuur 10-554, tweede tekening. Bij het uitlezen van de gegevens wordt gebruik gemaakt van een LASER-bundel van kleine intensiteit. Een eigenschap van het oppervlaktemateriaal is dat de omgepoolde domeinen andere reflectie-eigenschappen hebben dan de niet-omgepoolde magnetische domeinen (zie derde tekening van figuur 10-554). Op deze manier kunnen de opgeslagen bits dus weer worden uitgelezen. De opgeslagen gegevens kunnen weer gewist worden, zie de onderste tekening in figuur 10-554. De omgepoolde domeinen kunnen weer in hun fabrieksmatige polariteit worden hersteld door de intensieve LASER-straal weer op het medium te richten. De domeinen worden verhit tot boven hun Curie-punt. Door een omgekeerd sterk magnetisch veld aan te brengen wordt de oorspronkelijke magnetische polarisatie hersteld, die ook na het afkoelen blijft bestaan. De gevoelige laag wordt hierdoor, wat magnetische eigenschappen betreft, weer in de originele staat hersteld.

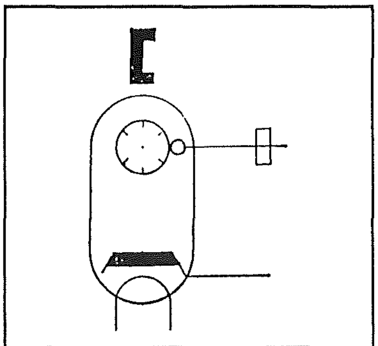
Magneto-resistief effect Het natuurkundig verschijnsel dat de inwendige weerstand van een magnetisch stroomvoerend materiaal van waarde varieert als het materiaal wordt blootgesteld aan een extern magnetisch veld. De inwendige weerstand neemt toe als het extern magnetisch veld in de stroomrichting aanwezig is en neemt af als het veld loodrecht op de stroomrichting staat. Van dit effect wordt gebruik gemaakt in sommige magnetische sensoren.

Magnetosfeer Een gebied van de aardse dampkring, waarin elektrisch geladen deeltjes onder invloed staan van het magnetisch veld van de aarde.

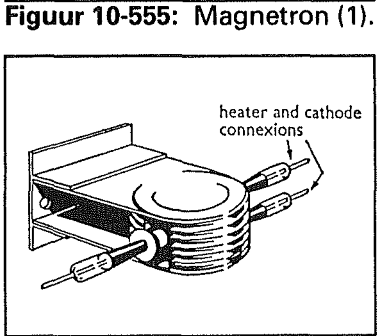
Magnetostrictie Het verschijnsel dat sommige ferromagnetische materialen zoals Invar, Monel of Nichrome, onder invloed van een extern magnetisch veld gaan uitzetten of inkrimpen. Het verschijnsel is het magnetisch equivalent van het piëzo-elektrisch effect, waarbij materialen onder invloed van een extern elektrisch veld gaan uitzetten of inkrimpen.

Magnetron Een elektronische buis, waarin elektronen interacties aangaan met externe elektrische en magnetische velden. In de meeste gevallen worden magnetrons toegepast voor het genereren van elektromagnetische golven met een zeer hoge frequentie en zeer hoge intensiteit. Het symbool van een magnetron is getekend in figuur 10-555. De elektronen die door de kathode worden uitgezonden zullen zich, onder invloed van een sterk extern magnetisch veld, in een spiraalvormige baan

naar de anode verplaatsen. Geladen deeltjes, die van hun eenparige rechtlijnige beweging worden afgeleid, zenden echter elektromagnetische straling uit. Op deze manier ontstaat het zeer hoogfrequent elektromagnetisch veld, dat zich uit onder wat algemeen bekend staat onder de naam "magnetron-straling". De frequentie van de uitgezonden straling kan beïnvloed worden door het magnetron op te nemen in een elektronische oscillator-schakeling, die de buis dwingt op een bepaalde frequentie te gaan stralen. Bovendien kunnen in de buis zogenoemde "caviteiten" worden aangebracht, vervormingen van de inwendige ruimte die van invloed zijn op het voortplantingsgedrag van de elektronen en dus op de frequentie van de uitgezonden straling. Magnetrons zijn in heel veel verschillende uitvoeringen beschikbaar, in figuur 10-556 is één mogelijkheid getekend.



Figuur 10-555: Magnetron (1).



Figuur 10-556: Magnetron (2).

Magnifier Engels voor vergroter. Een knop bij een oscilloscoop, waarmee men de horizontale as van het beeld kan vergroten, zodat details van het geobserveerde signaal beter te bestuderen zijn. De magnifier vergroot de versterkingsfactor van de horizontale afbuigversterker, zodat de zaagtandspanning die de spot heen en weer stuurt veel groter wordt en het totale beeld volledig buiten het afbuigbereik van de kathodestraalbuis valt. Met de knop voor de horizontale beeldpositie kan men dan een deel van het totale afbuigbereik op het scherm zichtbaar maken.

Magnitude De absolute waarde van een bepaald signaal.

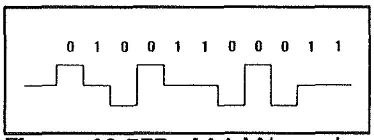
Mailbox Een file of een directory op een harde schijf, waarin ontvangen elektronische post voor één bepaalde gebruiker wordt bewaard. De mailbox is beschermd door een mailadres en kan alleen geopend en gelezen worden na het invoeren van dit adres. Het adres heeft meestal de vorm xxxxx@yyyyy.zzz, bijvoorbeeld vego_vof@compuserve.com.

Maindata area Het gedeelte van een CD-ROM waarin de gegevens worden opgeslagen in sectoren van 2.048 byte.

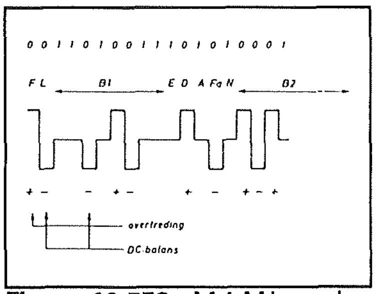
Mainframe Een zeer krachtige computer, die meerdere gebruikers tegelijk kan bedienen en meerdere taken tegelijk kan uitvoeren. Het werk van mainframes worden tegenwoordig echter vaak overgenomen door "gewone" PC's, die immers steeds krachtiger worden.

MAMI-codering De fundamentele codering van de digitale gegevens op de S-bus van een ISDN-verbinding. Dit is de afkorting van "Modified Alternate Mark Invert". Het digitale MAMI-signaal is getekend in figuur 10-557. Hoge signalen ("H") worden voorgesteld door een gelijkspanningsniveau van 0 V. De lage digitale signalen ("L") worden voorgesteld door een signaalsprong naar ofwel een negatieve, ofwel een positieve spanning. Deze sprongen volgen elkaar op: de eerste "L" wordt vertaald naar een positieve spanning, de volgende "L" naar een negatieve spanning, etc. Deze afwisseling is zeer belangrijk, want op deze manier ligt het gemiddelde gelijkspanningsniveau op de lijn op 0 V, dit natuurlijk in de veronderstelling dat er een even aantal "L"-signalen wordt getransporteerd. Een ISDN-2 aansluiting heeft twee data-kanalen B1 en B2 en een signaliseringskanaal D. In wezen moeten er dus drie digitale gegevensstromen door de twee a-aders van de S-bus getransporteerd worden! Hetzelfde geldt natuurlijk in de andere richting, want via de b-aders moeten alle signalen van de twee ISDN-apparaten die gelijktijdig in bedrijf kunnen zijn naar de netwerk terminator worden verzonden. Een en ander vereist uiteraard een zeer slimme codering van de digitale signalen. Bij ISDN-2 moet de S-bus in staat zijn de drie data-stromen zonder problemen te verwerken. Dat betekent dat deze bus 64 + 64 + 16 = 144 kb/s moet transporteren. Natuurlijk komen daar nog besturingssignalen bij, zodat de snelheid van de bus is gestandaardiseerd op 192 kb/s. Om drie digitale gegevensstromen via één aderpaar te kunnen verzenden wordt beroep gedaan op een bekende techniek: packet-switching in data-frames. Dat

wil zeggen dat de seriële datastromen, afkomstig van de drie kanalen, worden opgedeeld in kleine pakketjes, die achter elkaar in frames worden geplaatst. Op deze manier wordt toch een semi-continue stroom van de drie kanalen gegarandeerd. Door het invoegen van coderingssignalen kan de apparatuur alle gegevens identificeren en weer de volledige ononderbroken drie datastromen samenstellen.
Elke ISDN-terminal ontvangt, via de frames, een 192 kHz kloksignaal dat is afgeleid uit de bij de netwerk terminal binnenkomende bitstroom en dat dient voor het synchroniseren van te verzenden en ontvangen data. Daarbij worden alle gegevens ingedeeld in frames die 48 bit bevatten. Van ISDN-apparaat richting netwerk bevat elk frame twee synchronisatie-bits (F en F_A), twee B1-, twee B2-bytes en vier D-bits. Verder bevat elk frame een aantal L-bits die dienen om de gemiddelde gelijkspanning in het frame op nul te kunnen houden. Dat is zeer belangrijk vanwege de synchronisatie (zie verder). Het frame van de netwerk terminal naar de ISDN-apparaten is vrijwel identiek aan zijn tegenhanger die in de andere richting gaat. Alleen zijn de vier L-bits bij de B1- en B2-bytes vervangen door een echokanaal (E). Hierin wordt de laatste in de andere richting verzonden data herhaald. Verder is voorzien in een multiframe-indicator (M), een activering- (A) en een reservebit S dat voorlopig niet in gebruik is. De werking van de synchronisatie berust op het feit dat de afwisseling tussen negatief en positief gecodeerde nullen wordt overtreden, waardoor de gelijkspanningsbalans wordt verstoord. Dat begint al voor in het frame, waar het F-bit per definitie een positieve gecodeerde "L" is. Deze verschuiving van de gelijkspanningsbalans wordt direct gecompenseerd met een L-bit, dat derhalve negatief is. Het eerstvolgende bit met waarde nul zal echter negatief zijn, volgend op de positief gecodeerde F, zodat de balans opnieuw wordt verstoord. Een en ander is in detail getekend in figuur 10-558, waaruit duidelijk blijkt dat het begin van een frame kan worden herkend omdat twee maal achter elkaar een verstoring van de gelijkspanningsbalans in het signaal wordt geïntroduceerd. Het is deze opeenvolging van twee DC-overtredingen waarop wordt gesynchroniseerd. Omdat het bit F_A ook als nul is gedefinieerd, liggen deze twee verstoringen maximaal veertien bits uit elkaar.



Figuur 10-557: MAMI-codering (1).

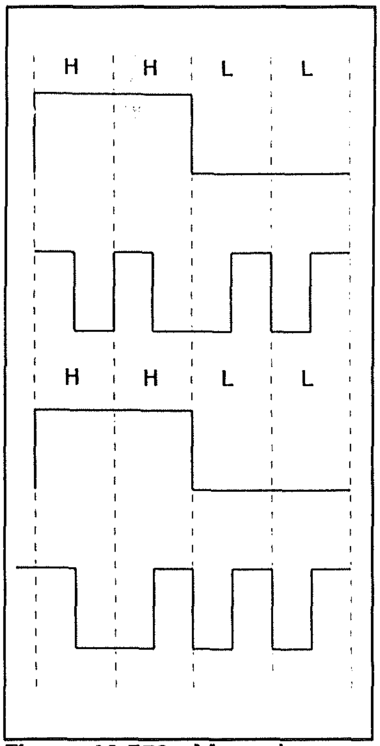


Figuur 10-558: MAMI-codering (2).

Manchester code Een protocol voor het verzenden van digitale gegevens, waarbij de ontvanger op een eenvoudige manier zichzelf kan synchroniseren met de zender. Bij dit protocol wordt iedere bit-periode opgesplitst in twee perioden en wordt in het midden van iedere bit-periode een overgang van "L" naar "H" of van "H" naar "L" doorgevoerd. Op deze manier kan de ontvanger op een eenvoudige manier uit het seriële signaal de klokfrequentie afleiden. Bij de "normale" Manchester-codering wordt een "H"-bit omgezet naar een hoge spanning in de eerste halve periode en een lage spanning in de tweede halve periode, zie figuur 10-559 boven. Voor een "L"-bit geldt het omgekeerde. Bij de "differentiële" Manchester-codering wordt een "H"-bit omgezet in een signaal waarvan de eerste helft gelijk is aan het niveau van de tweede helft van het voorgaande bit en een "L"-bit omgezet in een signaal waarvan de eerste helft gelijk is aan het inverse van het niveau van de tweede helft van het voorgaande bit, zie figuur 10-559 onder. Een nadeel van de Manchester-code is dat de noodzakelijke bandbreedte voor het versturen van de gegevens verdubbelt. De frequentie van het signaal wordt immers verdubbeld.

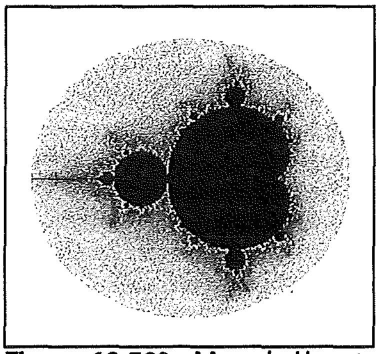
Mandelbrot-set Een nogal ingewikkeld begrip uit de moderne fractal-wiskunde dat vanwege een bepaalde grafische voorstelling van de resultaten nogal wat aandacht in computerkringen heeft gekregen. De basis van dit soort wiskunde is "itteratie": in een wiskundige vergelijking waarin de onbekende niet alleen links van het "="-teken staat, maar ook rechts, zoals f(x) = x + c kan men aan x een bepaalde startwaarde geven, de functie van x uitrekenen en deze uitgerekende waarde van x weer in de formule invullen. Stel dat men

in de eerste itteratie-stap x gelijk stelt aan 1 en c aan 5. De functie wordt dan f(x) = 1 + 5 = 6. In de tweede stap van het itteratie-proces vult men deze eerste berekende waarde van x weer in de formule in. Het resultaat wordt f(x) = 6 + 5 = 11. Het zal duidelijk zijn dat bij voortdurend ittereren het resultaat naar plus of min oneindig streeft en wel op een volstrekt te voorspellen manier.



Figuur 10-559: Manchester code.

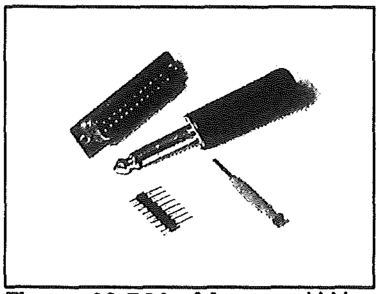
Veel interessanter wordt het als men gebruik maakt van complexe getallen, getallen die een reëel en een imaginair bestanddeel hebben. Een voorbeeld van een complex getal is a = 4 + 3i. "4" is hierin het reële deel van a, "3i" het imaginaire deel. "i" is de wiskundige notatie voor imaginair getal en wordt gedefinieerd als de vierkantswortel uit het getal -1. In de reële wiskunde is dit onzin, omdat men géén vierkantswortel uit een negatief getal kan trekken. Complexe getallen kan men zich het best voorstellen in een assenkruis, waarbij het reële gedeelte der getallen op de x-as wordt uitgezet en het imaginaire gedeelte op de y-as. Beschouw nu de functie $f(x) = x^2 + c$. Men kan deze functie gaan ittereren, waarbij echter voor de startwaarde van x en voor de waarde van c complexe getallen worden gekozen. Er gebeuren dan vreemde zaken: de resultaten van de opeenvolgende itteratie-stappen blijken bij bepaalde waarden van c volledig willekeurig te variëren oftewel chaotisch te worden. Minimale veranderingen in de waarde van c voeren tot zeer grote veranderingen in de resultaten van de opeenvolgende itteraties. Een heel interessant resultaat ontstaat als men voor c een reële waarde tussen -2 en 1 kiest en voor het imaginaire deel een waarde tussen -1,5 en 1,5. Begin de itteratie met als startwaarde 0 + 0i voor x. Men kan nu de resultaten van de opeenvolgende itteraties in het reeds genoemde x/y-assenstelsel onderbrengen. Na honderden itteraties stelt men vast dat de resultaten in de grafiek een zeer specifieke en optisch zeer fraaie vorm gaan aannemen.
Men kan het systeem uitbreiden en aan c verschillende complexe getallen toekennen. Als men nu de resultaten van de itteraties voor iedere waarde van c met een eigen kleur in het x/y-assenstelsel invult ontstaan afbeeldingen als getekend in figuur 10-560. Dergelijke resultaten noemt men Mandelbrot-set's, ter ere van Mandelbrot, die dergelijke plaatjes als eerste op de monitor van zijn IBM-mainframe tevoorschijn toverde. Door aan x andere startwaarden toe te kennen of c over een ander bereik te laten variëren ontstaan weer geheel andere plaatjes.
Er zijn talrijke shareware-programa's ontwikkeld, die Mandelbrot- en afgeleide set's (Julia) uitrekenen en op de computer-monitor afbeelden. Een van de bekendste is "Fractint for Windows", een programma dat door een heleboel Internet-sites ondersteund wordt.



Figuur 10-560: Mandelbrot-set.

Mandel-bug Een fout in een computer-programma die zo onregelmatig en schijnbaar zonder logica optreedt dat men op een gegeven moment gaat denken dat de oorzaak ervan in de chaotische wiskunde moet gezocht worden. Afgeleid van het begrip "Mandelbrot-set", zie aldaar.

Mannelijke connectoren Zijn onderdelen, waarmee men kabels met elkaar of kabels met een apparaat kan verbinden. Het "mannelijke" aan deze connectoren is dat zij voorzien zijn van pennetjes, die in de gaatjes van "vrouwelijke" connectoren worden gestoken of geklikt. In figuur 10-561 zijn voorbeelden van mannelijke connectoren weergegeven.



Figuur 10-561: Mannelijke connectoren.

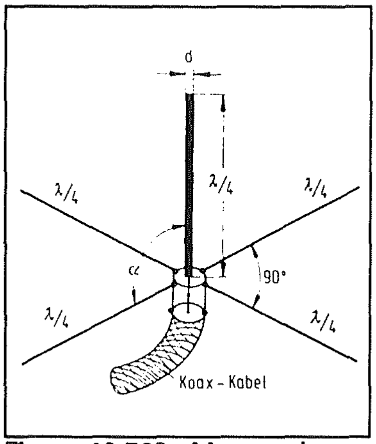
Mantelstroom filter Een speciale scheidingstransformator, die wordt gebruikt om massalussen te vermijden. Wordt vaak bij audio-installaties toegepast om te verhinderen dat bromsignalen via massalussen in de gevoelige ingangen van het systeem terecht komen. Lees ook "massa-lus".

Mantisse Het deel na de komma van een logaritmisch getal. Voor het logaritmisch getal 3,952.502 (log 8964) is de mantisse dus gelijk aan 0,953.502.

Manual Engels voor handboek.

MAPI Letterwoord voor "Messaging Application Programming Interface". Een programma-interface voor toepassingen als e-mail, fax en document-management. MAPI biedt een consistente interface aan programma's om samen te werken met communicatiesystemen en dit voor variërende hardware-platforms. Via MAPI kan een tekstverwerker bijvoorbeeld rechtstreeks berichten verzenden. MAPI wordt ondersteund door Windows 95 en NT en kan aangeroepen worden door 16 en 32 bit Windows-applicaties.

Marconi antenne Een zendantenne die opgebouwd is volgens figuur 10-562. Als "groundplane" worden vier met de massa van de voedingskabel verbonden staven toegepast met een lengte die gelijk is aan 1/4 van de golflengte van de draaggolffrequentie. De eigenlijke antenne bestaat uit een loodrecht op deze groundplane geplaatste staaf met een lengte die ook gelijk is aan 1/4 van de draaggolffrequentie.



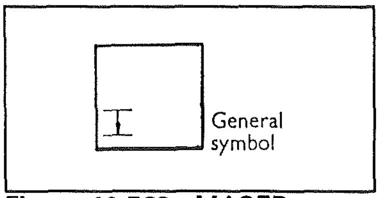
Figuur 10-562: Marconi antenne.

Mark Een type van pariteit, waarbij het pariteits-bit altijd "H" is, onafhankelijk van de data.

Marker Een dipje in het beeld op een frequentie-analyser, waarmee een welbepaalde frequentie in het beeld wordt geïdentificeerd. De marker kan heen en weer worden geschoven door het draaien aan een knop, waarbij op een digitaal display de marker-frequentie wordt weergegeven.

Markup-code Een methode om teksten te voorzien van onzichtbare gegevens, die informatie verschaffen over de logische opbouw van het document, bijvoorbeeld welke illustraties bij welke tekst behoren, of over de lay-out van het document. In HTML-documenten worden bijvoorbeeld alle markup-codes tussen "<"- en ">"-haakjes gezet.

MASER Letterwoord voor "Microwave Amplification by Simulated Emmision of Radiation". Het is niet toevallig dat het woord MASER veel lijkt op het woord LASER. Beide apparaten werken vrijwel identiek, het grootste verschil is de golflengte van de uitgezonden straling. MASER is een algemeen begrip voor bepaalde soorten versterkers en oscillatoren, die de interne energie van atomen of moleculen gebruiken voor het versterken en uitzenden van zeer hoogfrequente elektromagnetische straling. De werking van een MASER is als volgt. Bestraalt men een atoom met elektromagnetische straling van een bepaalde golflengte, dat kan het gebeuren dat bepaalde aangeslagen elektronen van het atoom naar een minder energie-rijke baan terug springen en hierbij een quantum elektromagnetische straling uitzenden. De elektromagnetische straling die noodzakelijk is voor het genereren van het MASER-effect wordt dus versterkt uitgestraald door het atoom. Er zijn diverse soorten MASER's ontwikkeld, waarvan de typen die werken met gassen (bijvoorbeeld ammonia) het oudste zijn. Men is er ook in geslaagd halfgeleider-MASER's te ontwikkelen, die wat werking betreft veel overeenkomsten vertonen met de werking van halfgeleider-LASER's. Het symbool van een MASER is getekend in figuur 10-563.



Figuur 10-563: MASER.

Mask (1) Engels voor "masker". Een transparante film die gebruikt wordt om optisch bedra-

dings- en overige structuren over te brengen op het van een fotogevoelige laag voorziene halfgeleidermateriaal. Nadien wordt deze laag ontwikkeld en de belichte delen weggespoeld, waarna de halfgeleider gedopeerd kan worden of het bedradingspatroon opgedampt.

Mask (2) Een op een bepaalde manier gecodeerd byte, dat dient om via een instructie een bit of een groep bits te maskeren of te detecteren.

MASM Letterwoord voor "MicroSoft Assembler for MS-DOS". Een utility waarmee men vanuit MS-DOS programma's kan assembleren naar machine-code.

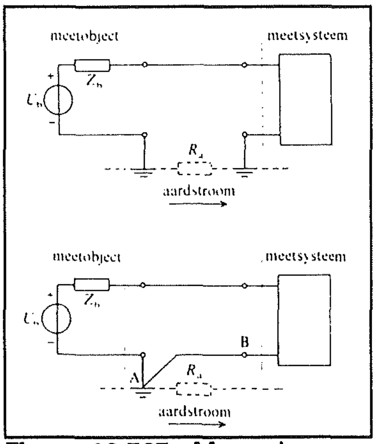
Massa In het algemeen het referentie spanningsniveau waar alle spanningen in een schakeling naar gerefereerd zijn. Elektrische spanning kan per definitie alleen aanwezig zijn tussen twee punten. Zegt men dat op een bepaald punt een spanning staat van +12,5 V, dan bedoelt men te zeggen dat de spanning op dit punt 12,5 V positiever is dan de spanning op de massa. De massa wordt ook gebruikt voor het sluiten van stroomkringen tussen diverse apparaten of diverse blokken. De signalen vloeien via de "hete" ader van het eerste naar het tweede apparaat en vloeien via de "koude" massa-verbinding terug naar het eerste apparaat. In figuur 10-564 zijn drie symbolen voor het aangeven van de massa getekend.



Figuur 10-564: Massa.

Massa-energie vergelijking Een van de belangrijkste vergelijkingen van de moderne natuurkunde, opgesteld door Einstein als resultaat van zijn relativiteitstheorie. De vergelijking $E = m * c^2$ stelt wiskundig vast dat massa (m) en energie (E) twee uitingen zijn van een en hetzelfde verschijnsel en naar elkaar omgezet kunnen worden. Massa is een vorm van energie, anderzijds heeft energie ook massa! E stelt de totale energie voor, dus de som van de rustmassa-energie, de potentiële energie en de kinetische energie. m stelt de massa voor en c is de snelheid van het licht, ongeveer 300.000 km/s. Vanwege de zeer grote waarde van deze snelheid zal heel weinig massa een enorme hoeveelheid energie representeren. Van dit verschijnsel wordt gebruik gemaakt bij de atoom- en de waterstofbom.

Massa lus Een ongewenste gesloten stroomlus, die onstaat doordat men twee apparaten of twee schakelingen op een verkeerde manier met de massa verbindt. In figuur 10-565 (boven) is het principe van een massa lus getekend. Twee apparaten hangen beiden aan de massa of aarde, maar op verschillende plaatsen. Er ontstaat dan een gesloten stroomkring en de stroom die door de massa vloeit zal over de inwendige weerstand die bestaat tussen de twee massa punten een ongewenste spanningsval genereren. Deze spanning staat echter in serie met de signaalspanning. Het gevolg is dat er zeer ongewenste verschijnselen kunnen optreden, waarvan de oorzaak vaak zeer moeilijk te traceren is. De enige oplossing om dit soort problemen te voorkomen is de aardig toe te passen die in de onderste tekening van figuur 10-565 is voorgesteld. Hierbij liggen beide apparaten ***op hetzelfde punt*** aan de massa of aarde. De lusstroom kan nu geen spanning genereren over de weerstand van de massa, zodat er ook geen ongewenste signalen in de kring geïntroduceerd worden.



Figuur 10-565: Massa lus.

Massa nummer Een eenheidsloze grootheid met symbool A, die de som van het aantal protonen en neutronen in de kern van een atoom definieert.

Massa toeneming De vergroting van de massa, die deeltjes volgens de relativiteitstheorie van Einstein krijgen, als zij worden versneld. Dit verschijnsel is een rechtstreeks gevolg van de beroemde wet van Einstein $E = m * c^2$. De energie van versnelde deeltjes is groter dan de rust-energie, bijgevolg wordt de massa ook groter dan de rust-massa. Wiskundig kan men aantonen dat de massa van een voorwerp oneindig groot wordt als het voorwerp zich zou verplaatsen met de snelheid van het licht. Hieruit trok Einstein de wiskundig volledig logische conclusie dat de snelheid van het licht, ongeveer 300.000 km/s, de grootst

mogelijke snelheid is die in het heelal kan bestaan. Een moeilijk te aanvaarden conclusie, want volledig in strijd met het gezond verstand! Het gezond verstand zegt immers dat de snelheid van een voorwerp, dat continu versneld wordt, uiteindelijk oneindig hoog zou moeten worden, volgens de beroemde wet van de mechanica $v_{(t)} = v_{(0)} + (a * t)$. Of de snelheid van een voorwerp op moment t is gelijk aan de beginsnelheid $v_{(0)}$, vermeerderd met het product van versnelling per seconde a en de tijd t waarover deze versnelling op het voorwerp werkt. Deze formule stelt geen limiet aan de snelheid $v_{(t)}$! Ook zou men verwachten dat als uit een raket, die zich met een snelheid van 200.000 km/s van een waarnemer verwijdert, een tweede raket wordt afgeschoten, die een snelheid van 200.000 km/s heeft ten opzichte van de eerste raket, deze tweede raket een snelheid van 400.000 km/s ten opzichte van de waarnemer zou hebben. Snelheden kan men immers optellen! Ondanks dat wordt algemeen aangenomen dat de maximale snelheid hypothese van Einstein geldig is.

Massa van een elektron De *rust*-massa van een elektron is een van de fundamentele constanten van de natuur en bedraagt 9,109.558 * 10^{-31} kg. De eigenlijke massa van een elektron is echter ook afhankelijk van de snelheid, zie "massa toeneming".

Massa van een proton De *rust*-massa van een proton is een van de fundamentele constanten van de natuur en bedraagt 1,672.614 * 10^{-27} kg.

Master De moeder-opname op tape of CD-R van gegevens, die gebruikt wordt voor het maken van de kopieën, die in de handel worden gebracht.

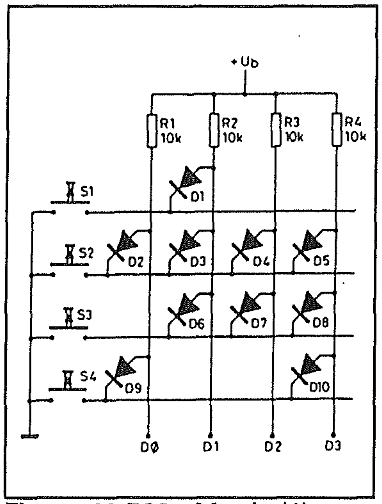
Master slave flip-flop Een bistabiel element, samengesteld uit twee flip-flop's. De gegevens worden eerst in de eerste flip-flop opgeslagen (de slave) en gaan op commando van een signaal naar de tweede flip-flop (de master).

Master slave principe Een tegenwoordig in de elektronica vaak toegepast principe bij bussen. Bij een dergelijk systeem is één apparaat dat op de bus is aangesloten de "baas" over de bus-communicatie. Dit apparaat wordt de master genoemd. Alle overige op de bus aangesloten apparaten zijn dan slaves. Bij moderne bussystemen wordt het multimaster principe toegepast, waarbij er op één bus toch diverse masters actief kunnen zijn.

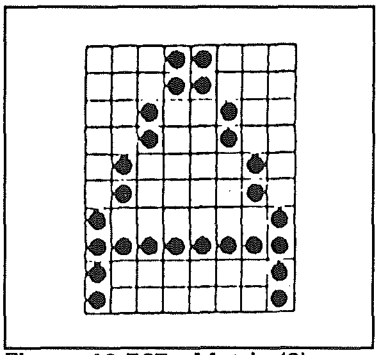
MAT Letterwoord van "Micro Alloy Transistor". Een transistor waarbij de collector- en emitter-elektroden zo klein als maar mogelijk is worden uitgevoerd en aan weerszijden van het halfgeleidende plaatje worden aangebracht.

Matched Onderdelen heten "matched" als zij zijn geselecteerd op een of meerdere identieke parameters, bijvoorbeeld versterkingsfactor of weerstandswaarde.

Matrix In zijn algemeenheid een twee-dimensionaal array dat een belangrijk wiskundig hulpmiddel is voor het oplossen van stelsels van vergelijkingen. In de elektronica wordt dit begrip gebruikt voor het aanduiden van een schakeling, die bestaat uit x horizontale lijnen en y vertikale lijnen en waartussen op bepaalde kruispunten verbindingen worden aangebracht of onderdelen gesoldeerd. Met een dergelijke matrix kan men eenvoudige logische vergelijkingen oplossen van het type "als de ingangen A en C en D en G gelijk zijn aan "H", dan moeten de uitgangen W, Y en Z ook "H" zijn". De eenvoudigste uitvoering van een elektronische matrix is getekend in figuur 10-566.



Figuur 10-566: Matrix (1).



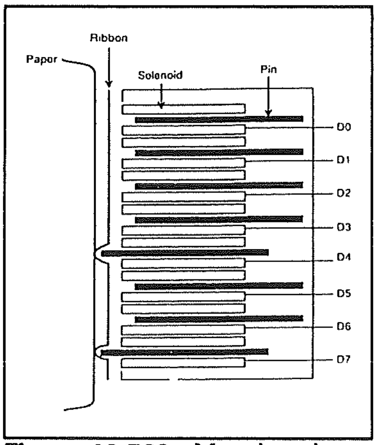
Figuur 10-567: Matrix (2).

Ook in de computer-technologie wordt vaak gebruik gemaakt van matrixen, bijvoorbeeld voor het geordend opslaan van gegevens in een geheugen-array. De manier waarop letters op een beeldscherm verschijnen is opgeslagen in een matrix. In figuur 10-567 is bijvoorbeeld aangegeven hoe de letter A wordt gevormd in een matrix van 8 kolommen en 10 rijen. Deze in-

formatie wordt in een array opgeborgen en gebruikt om de letter op het beeldscherm (of op de printer) af te beelden.

Matrixprinter Een printer die werkt met naalden en die letters afdrukt in een matrix van wél of niet te printen puntjes. Hoewel naaldmatrix printers verouderd zijn, wordt hier toch aandacht besteed aan hun constructie, werking en eigenschappen. De naaldmatrix printers zijn immers het model, waarnaar moderne printers als de thermo-transfer printer en zelfs de inkjet printer zijn vormgegeven. Hoewel in principe alle printers volgens het matrixprincipe werken, verstaat men onder het begrip "naaldmatrix printer" een printer waarbij het drukbeeld tot stand komt door een aantal naaldjes via een inktlint op het papier te laten slaan. Het papier wordt getransporteerd middels een rubber rol, die er voor zorgt dat de naaldjes goed contact maken met het papier. Het zal dus onmiddellijk duidelijk zijn dat matrix printers impact printers zijn. De naaldjes zitten in een printkop en zij worden elektromagnetisch aangedreven. Matrix printers met naalden heten officieel SIDM-printers, afkorting van "Serial Impact Dot Matrix". In het alledaagse spraakgebruik laat men het woordje "naald" weg en spreekt men van matrixprinters. Een naaldmatrix printer is een regeldrukker. De naaldjes zitten in een printkop, die door middel van een geleidingsmechanisme van links naar rechts of van rechts naar links over het papier wordt verplaatst. Tezelfdertijd wordt de informatie van deze regel op het papier geprint. Nadien zorgt de rubber transportrol ervoor dat het papier over één regel wordt verplaatst. Ook bij het afdrukken van grafische afbeeldingen wordt op deze manier gewerkt. De software in de printerdriver ontleedt het volledige beeld in regel-na-regel informatie en stuurt deze informatie regelgewijs naar de printer. Een belangrijke specificatie van naaldmatrix printers is het aantal naalden waarover zij beschikken. De allereerste modellen hadden 8 of 9 naaldjes, de moderne uitvoeringen bezitten allemaal 18 tot 24 naaldjes. Het zal duidelijk zijn dat het aantal naaldjes de maximale resolutie van de printer bepaalt. Toch is het niet zo dat men zonder meer kan stellen dat de kwaliteit van het drukbeeld rechtstreeks afhankelijk is van het aantal naaldjes. Het probleem is dat de naaldjes natuurlijk een bepaalde onderlinge afstand hebben. Anderzijds hebben zij een bepaalde dikte, die varieert van 0,2 tot 0,4 mm. Er bestaat een bepaalde verhouding tussen naaldafstand en naalddikte, waarbij een optimaal letterbeeld ontstaat. Deze optimale verhouding kan technologisch uitstekend gerealiseerd worden bij printkoppen met 18 naaldjes. Bij de 24-naald modellen is dat moeilijker. In de praktijk zijn daar de naaldjes iets te dun, waardoor een rafelig letterbeeld ontstaat. Voor het Europese schrift zijn 18 naaldjes trouwens meer dan voldoende. De printkoppen met 24 naaldjes zijn een Japanse ontwikkeling, omdat bleek dat 18 naalden niet genoeg waren om de ingewikkelde letters van het Japanse schrift keurig te vormen.

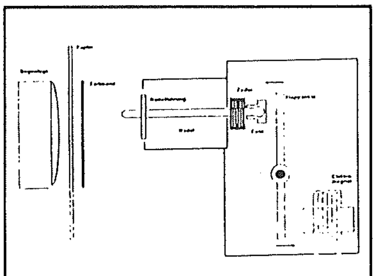
Zoals uit figuur 10-568 blijkt, zitten de naalden op een rijtje (in-line) in de printkop. Dit geldt voor 9-naald printers, bij 18- en 24-naalden wordt gebruik gemaakt van twee rijen van respectievelijk 9 en 12 naalden, die onderling iets verschoven zijn (dual in-line staggered). De onderlinge afstand van de printnaalden moet voldoen aan een ECMA-standaard. De witruimte tussen de geprinte dots mag niet groter zijn dan 0,02 mm. Een en ander is het gevolg van het feit dat het schrift gelezen moet kunnen worden door OCR-apparatuur, bijvoorbeeld bij de volledig geautomatiseerde verwerking van girokaarten. Iedere naald wordt aangestuurd door een uiterst klein elektromagneetje. Als dit spoeltje onder spanning wordt gezet zal het magnetisch veld er voor zorgen dat het naaldje met kracht uit de printkop schiet. Het naaldje drukt dan het inktlint tegen het papier, waardoor er één dotje wordt gedrukt.



Figuur 10-568: Matrixprinter (1).

In figuur 10-569 is de meest gebruikte constructie van de printkop getekend. Deze kop werkt volgens het "ballistische balansanker"-principe. De naald kan vrij bewegen in een ceramische houder en wordt door middel van een klein veertje in de rustpositie gedwongen. Het interne uiteinde

van de naald is uitgerust met een klein schokdempertje van rubber. De naald wordt geactiveerd door een balansanker, dat draait rond een asje en aan de onderzijde wordt aangetrokken door het magneetveld van de spoel van de elektromagneet. De elektromagneet kan een flinke stroom verdragen. De kracht, waarmee de naald tegen het inktlint slaat, is in te stellen door de grootte van het magneetveld te wijzigen. Op deze manier kan men met dergelijke printkoppen tien goed leesbare doorslagen maken. In de vakwereld noemt men dit HFP, letterwoord voor "Heavy Forms Printing". Een nadeel van deze constructie is dat er heel wat elektrisch vermogen in de spoeltjes gepompt moet worden. Er moet immers een sterk magneetveld ontstaan om de naaldjes met grote kracht weg te schieten. Een en ander heeft tot gevolg dat een ballistische kop behoorlijk heet kan worden. De maximaal toelaatbare hitteontwikkeling stelt bepaalde grenzen aan het maximaal aantal naaldbewegingen per seconde, met andere woorden aan de maximale printsnelheid.

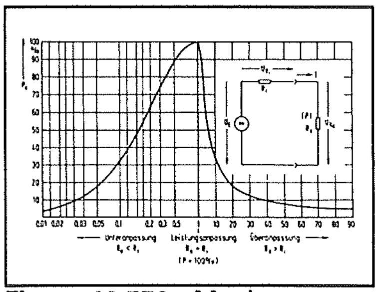


Figuur 10-569: Matrixprinter (2).

Er is een tweede soort printerkop ontwikkeld, namelijk de "stored-energy" printkop. De naald is gekoppeld aan een draaibaar opgesteld anker. Achter het anker zit een klein veertje, dat door een sterke permanente magneet in de samengedrukte rustpositie wordt gehouden. Achter de permanente magneet staat een spoeltje. Als dit spoeltje onder spanning wordt gezet zal het elektromagnetisch veld van het spoeltje het permanent magnetisch veld van de magneet verzwakken. Het resulterende veld is niet in staat de veer in de samengedrukte positie te houden. De veer ontspant zich, slaat tegen het anker en het anker drukt de naald tegen het inktlint. De naam van deze koppen is te verklaren uit het feit dat de energie, noodzakelijk om de naald met voldoende kracht tegen het inktlint te drukken, nu niet alleen geleverd moet worden door de elektrische energie die men naar het spoeltje stuurt. Een groot deel van de energie zit in de krachtenbalans tussen de samengedrukte veer en de permanente magneet. Het volstaat deze krachtenbalans met een klein stroompulsje te verbreken om het systeem in werking te zetten. Het voordeel van de "stored-energy"-constructie is dat er veel minder elektrische energie in de printkop geïnvesteerd moet worden. Deze wordt dus minder heet, met als gevolg dat de printsnelheid aanmerkelijk verhoogd kan worden. Een moderne "stored-energy"-kop kan een snelheid van 1.800 Hz bereiken, hetgeen betekent dat een naaldje maximaal 1.800 keer per seconde geactiveerd kan worden!

MAU Letterwoord van "Media Access Unit". Een onderdeel in een Token-Ring netwerk, dat er voor zorgt dat externe netwerken kunnen worden aangesloten op het intern stervormig netwerk.

Maximum vermogen theorema Een basiswet uit de elektriciteitsleer, die stelt dat er sprake is van maximale energieoverdracht tussen een zender en een ontvanger als de inwendige weerstand (of impedantie) van de zender precies gelijk is aan de ingangsweerstand (of impedantie) van de ontvanger. Dit theorema vindt men overal terug. De 75 Ω antenne-ingang van een FM-tuner moet via een 75 Ω kabel worden verbonden met een antenne met een impedantie van 75 Ω. Een microfoonversterker met een uitgangsimpedantie van 47 kΩ moet verbonden worden met de 47 kΩ ingang van een mengpaneel. Men kan wiskundig aantonen dat de maximale energie-overdracht vrij snel verloren gaat als de impedanties niet aan elkaar gelijk zijn. In figuur 10-570 is het resultaat van deze wiskunde overzichtelijk in een grafiekje samengevat.



Figuur 10-570: Maximum vermogen theorema.

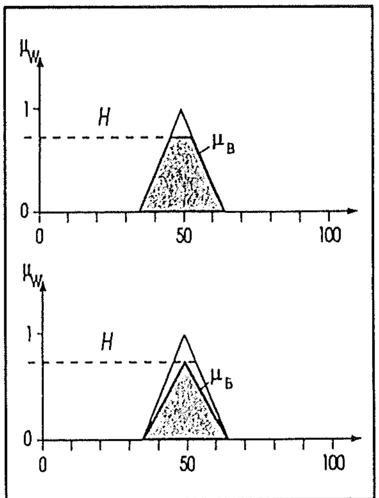
MAX-PROD inferentie Een begrip uit de "fuzzy logic" of "vage logica". De *inferentie* is de techniek waarmee de fuzzyprocessor uit de opgestelde beslissingsregels tussen in- en uitgangsgrootheden een bepaalde uitgangsfunctie afleidt. Deze functie hangt bovendien

af van de momentele waarden van de μ's van de ingangen, maar is nog steeds een vage verzameling die men een fuzzy-functie noemt.
Er zijn verschillende algoritmen ontwikkeld voor het opstellen van fuzzy-functies door middel van inferentie. De meest toegepaste zijn:
- MIN-MAX inferentie;
- MAX-PROD inferentie.

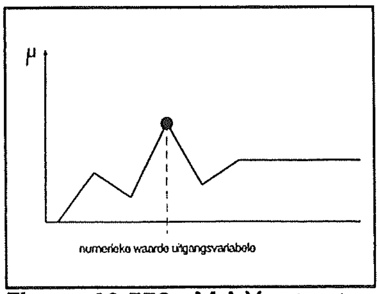
De verschillen worden toegelicht aan de hand van figuur 10-571. De bovenste tekening geeft het resultaat van een MIN-MAX inferentie. De actieve LF van de uitgang wordt begrensd door de actieve waarde van de μ van de ingangen. De onderste tekening toont wat er gebeurt als wordt gewerkt volgens het MAX-PROD schema. Nu wordt de actieve LF van de uitgang niet begrensd, maar verkleint in hoogte, tot de top samenvalt met de actieve waarde van μ. Er is geen sprake van een "goede" inferentie-strategie. Voor sommige toepassingen kan men het best gebruik maken van de MIN-MAX algoritmen, andere toepassingen geven de beste resultaten als men volgens MAX-PROD werkt.

MAX strategie
Een begrip uit de "fuzzy logic" of "vage logica". De uitgangsfunctie die uit de ingangsvariabelen wordt afgeleid bepaalt volledig de reactie van de uitgang op de momentele ingangswaarden. Natuurlijk moet uit deze functie een expliciete waarde van de uitgangsvariabele worden afgeleid. Dit proces noemt men de *defuzzificatie*. Hiervoor zijn verschillende strategieën ontwikkeld, waarvan de voornaamste zijn:
- de center of gravity strategie COG;
- de maximum strategie MAX;
- de mean of maximum strategie MOM.

Bij de MAX-strategie wordt het punt van de uitgangs-functie bepaald dat de hoogste waarde op de μ-as heeft. Vanuit dit punt wordt weer een vertikale lijn naar de horizontale as getrokken, waar de numerieke waarde van de uitgangsvariabele afgelezen kan worden. In figuur 10-572 wordt dit toegelicht aan de hand van een voorbeeldje. Voordeel van de MAX-strategie is dat het bepalen van het maximum van een curve wiskundig heel snel gaat en dat de processor dus weinig rekentijd nodig heeft voor de defuzzificatie.



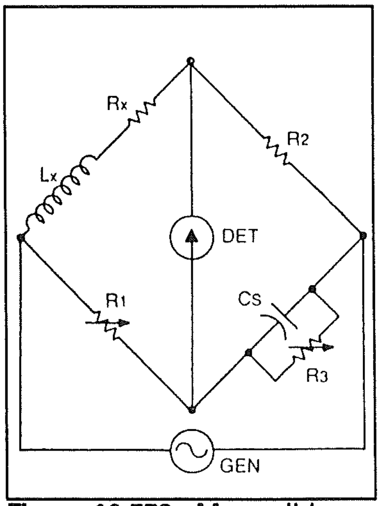
Figuur 10-571: MAX-PROD inferentie.



Figuur 10-572: MAX-strategie.

Maxwell Eenheid van de magnetische flux in het verouderde cgs-eenhedenstelsel, met als symbool Mx en als eenheid de Mx. In het hedendaagse mks-eenhedenstelsel wordt de magnetische flux voorgesteld door de eenheid Wb (Weber). 1 Mx = 10^{-8} Wb.

Maxwell-brug Een brugschakeling waarmee men op een zeer nauwkeurige manier inductanties kan meten door deze te vergelijken met standaard geijkte capaciteiten. De brug, voorgesteld in figuur 10-573, wordt gevoed met wisselspanning en wordt met R1 en R3 afgeregeld op evenwicht, waarbij de detector in de tweede diagonaal geen signaal meer aanduidt. De vergelijkingen voor het berekenen van de waarde van de inductantie:
$L_x = C * R_1 * R_2$
$R_x = R_2 * (R_2/R_2 + R_3)$



Figuur 10-573: Maxwell-brug.

Maxwell's vergelijkingen Een doorbraak in de natuurkunde! In de tweede helft van de vorige eeuw (1864 tot en met 1873) formuleerde de Engelse wiskundige James Clerk Maxwell vier uiterst ingewikkelde wiskundige vergelijkingen, waarmee in één klap alle magneti-

sche en elektrische basisgrootheden werden verenigd tot één uniforme theorie, deze van het elektromagnetisch veld. De vier vergelijkingen van Maxwell zijn voorgesteld in figuur 10-574 en geven het wiskundig en natuurkundig verband tussen de magnetische veldsterkte, de elektrische veldsterkte, de magnetische inductie, de elektrische stroom en een aantal natuurkundige constanten zoals de elektrische permeabiliteit μ en de permittiviteit ε.
De eerste wet van de vier wordt de wet van Gauss voor elektriciteit genoemd. Deze geeft het verband tussen de elektrische flux en de omsloten lading. De tweede wet wordt de wet van Gauss voor magnetische flux genoemd en is steeds nul omdat er geen magnetische monopolen bestaan (althans deze zijn nog niet ontdekt). De derde wet wordt de wet van Faraday genoemd en stelt dat een veranderlijk magnetisch veld een elektromotorische kracht veroorzaakt. De laatste van de vier wetten word de wet van Maxwell-Ampère genoemd en stelt dat een circulerend magnetisch veld wordt veroorzaakt door een stroom of een veranderende elektrische flux.
De theorie van Maxwell was niet alleen een doorbraak omdat voor het eerst in de natuurkunde een zogenoemde unificatie werd bereikt (twee in eerste instantie verschillende verschijnselen als magnetisme en elektriciteit blijken uitingen van één onderliggend fundament te zijn), maar omdat deze theorie onrechtstreeks maar ondubbelzinnig Einstein de weg heeft gewezen naar zijn relativiteitstheorie.

Mazenvormig netwerk Een netwerk van telecommunicatieverbindingen waarbij van elke deelnemer rechtstreekse verbindingen worden gelegd naar de andere deelnemers, zie ook "maas".

1. $$\oiint_S E \cdot \mathrm{d}A = Q/\varepsilon_0$$

2. $$\oiint B \cdot \mathrm{d}A = 0$$

3. $$\mathscr{E}_i = -\frac{\mathrm{d}\Phi_B}{\mathrm{d}t}$$

of:

$$\oint E \cdot \mathrm{d}r = \frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}t}\iint_S B \cdot \mathrm{d}A$$

4. $$\oint B \cdot \mathrm{d}r = \mu_0(I + I_d)$$

of:

$$\oint B \cdot \mathrm{d}r = \mu_0 I + \mu_0\varepsilon_0\frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}t}\iint_S E \cdot \mathrm{d}A$$

Figuur 10-574: Maxwell's vergelijkingen.

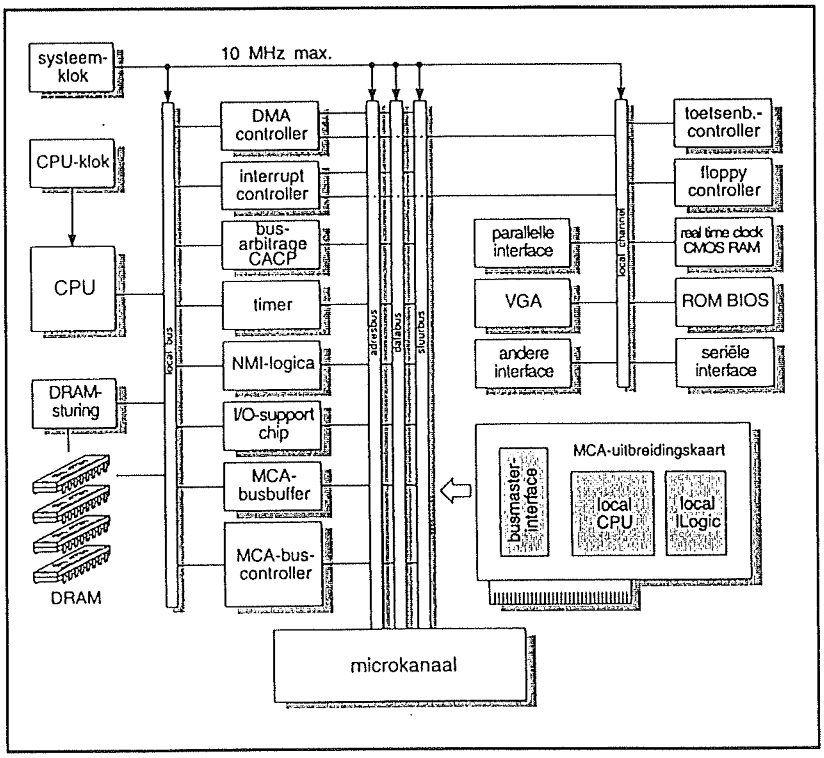
Mb Afkorting van Mega-bit, oftewel één miljoen bit.

MB Afkorting voor Mega-byte, oftewel één miljoen byte.

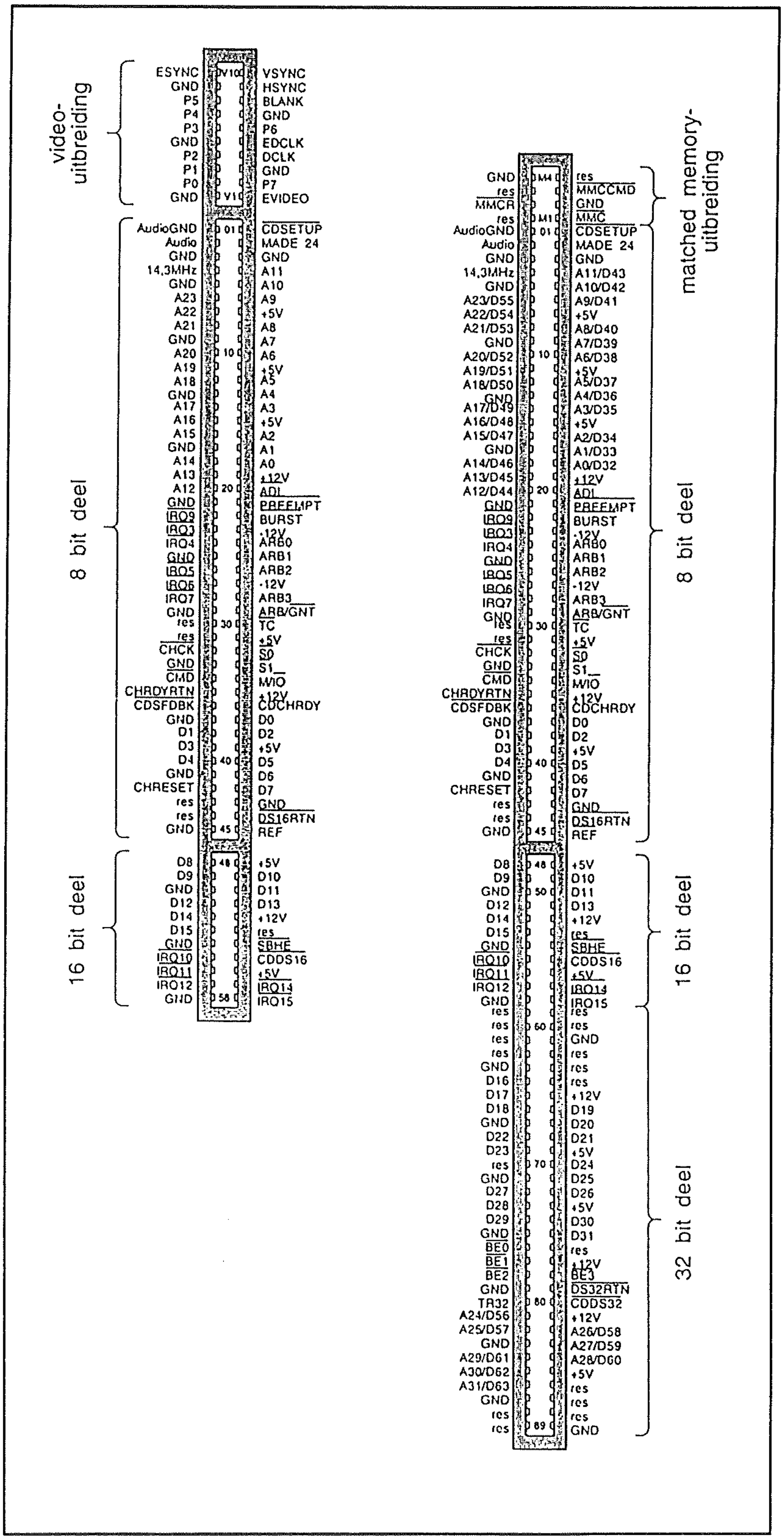
MBB Afkorting van "Make Before Break". Een specificatie van een omschakelaar, waarmee duidelijk wordt gemaakt dat bij het omschakelen éérst het nieuwe contact wordt gemaakt alvorens het oude verbroken wordt. Dit in tegenstelling tot BBM, waarbij het oude contact eerst wordt verbroken alvorens het nieuwe gemaakt wordt.

MCA Afkorting van "Micro Channel Architecture". Een door IBM ingevoerde architectuur voor PC's, die gebruik maakte van de eigenschappen van 32 bit processoren. De bestaande standaard 16 bit ISA-bus was eenvoudigweg niet meer te rijmen met de mogelijkheden van snelle 32 bit processoren. IBM kwam in 1987 met een volstrekt nieuwe architectuur op de proppen, de zogenoemde "Micro Channel Architecture", afgekort MCA. De MCA-architectuur werd in eerste instantie voor de 80286-processor met een 16 bit brede bus en in een uitgebreide vorm voor 80386- en 80486-processoren met een 32 bit bus gerealiseerd. Enige rol van betekenis heeft echter alleen de 32 bit variant van dit alternatief voor de ISA-architectuur gespeeld. Kenmerkend voor de MCA-architectuur waren een verbeterde moederbord architectuur, aanzienlijke verhoging van de geheugencapaciteit en rekenprestaties alsmede een optimalisering van de systeemcomponenten. Tegelijk met de invoering van het MCA-concept werd door IBM eveneens een nieuwe grafische standaard voor beelschermen in het leven geroepen, de (intussen al weer verbeterde) VGA-standaard (Video Graphics Array). Hoewel de MCA-architectuur tegenover de oude ISA-standaard een keur van voordelen biedt, is deze architectuur altijd onderwerp van diskussie geweest. Het is dan ook geen internationaal geaccepteerde standaard geworden! Voornaamste redenen daarvoor zijn vermoedelijk de incompatibiliteit en de totale breuk met de ISA-architectuur, waardoor de talloze in gebruik zijnde ISA uitbreidingskaarten voor een MCA-PC volledig onbruikbaar waren. In tegenstelling tot andere bussystemen was de MCA-techniek bovendien gepatenteerd zodat ze niet nagebouwd kon worden zonder dat aan IBM licentierechten moesten worden afgedragen. Dit is onder meer ook een reden waarom PC-fabrikanten nooit hebben

staan te popelen om MCA-systemen te produceren. Een van de grootste voordelen van de nieuwe systeemarchitectuur voor 80386-processoren en hoger was ongetwijfeld het doorbreken van de 16 bit beperking. De 32 bit variant van MCA biedt zowel een 32 bit databus al een 32 bit adresbus. Resultaat: een aanzienlijk snellere gegevensoverdracht en een bijna onvoorstelbaar groot adresbereik van 4 GB (4.000 MB). Met enig kunst- en vliegwerk behaalde de oude ISA-bus een overdrachtsnelheid van ongeveer 5 MB/s, MCA bereikte gemakkelijk het dubbele (10 MB/s). De eigenlijke prestatieverbetering dankt MCA echter aan de invoering van de zogenoemde "Bus Master". Bij de ISA-bus is de CPU de alles overheersende "meester" in het systeem. Dientengevolge vindt busgebruik altijd via de centrale microprocessor plaats. Bij MCA was dat anders geregeld: door gebruik te maken van een "Bus Master Chip Set" konden meer microprocessoren of controllers tot het systeem worden toegelaten. Dankzij dit feit konden ook intelligente uitbreidingskaarten die een eigen microprocessor bezitten, in het systeem functioneren en over de volle breedte van de 32 bit MCA-bus beschikken. De microprocessor op zo'n uitbreidingskaart functioneert als "Slave" controller en is op deze manier in staat processen te realiseren die onafhankelijk van het overige PC-systeem aflopen. De bus master zorgt daarbij binnen het systeem voor de coördinatie van MCA-bus, van de extra microprocessor op de uitbreidingskaart (voor slave-functies) en van de eigenlijke centrale microprocessor van het systeem (voor de masterfuncties). In de bus master opzet werken de extra processoren dus concurrerend met de centrale processor op het moederbord en alle I/O-bouwstenen met een eigen microprocessor kunnen rechtstreeks gebruik maken van het gemeenschappelijke bussysteem. Voor dit doel is onder meer ook de interrupt aansturing gewijzigd. Een ander voordeel van de MCA-architectuur is de verbeterde toegang tot gegevens met behulp van de zogenaamde cache-techniek. Een cache-controller (82385) en cache-geheugen van minimaal 32 kB, uitgevoerd met bijzonder snelle geheugenchips, zorgen ervoor dat gegevens uit het geheugen vele malen sneller toegankelijk zijn. Een van de beperkingen van de ISA-bus, namelijk het feit dat de DMA-controller alleen blokken van maximaal 64 kB kan doorgeven, behoort bij een MCA-systeem eveneens tot het verleden. Bij de MCA-technologie komen als chipset's op het moederbord alleen in hoge mate geïntegreerde VLSI-chip's (Very Large Scale Integration) in aanmerking. Omdat deze bouwstenen op de systeemeisen zijn afgestemd, bevatten ze reeds een aantal systeemfuncties die voordien met uitbreidingskaarten gerealiseerd moesten worden. Zo zijn bijvoorbeeld de parallelle en seriële interface alsmede een VGA grafische beeldschermadapter reeds in het moederbord geïntegreerd. Daardoor zijn niet alleen minder uitbreidingskaarten nodig, maar neemt ook de betrouwbaarheid van het systeem toe. Een ander vooral voor de gebruiker aardige bijkomstigheid zijn de intelligente uitbreidingskaarten. Dankzij individuele identificaties hoeven deze niet meer



Figuur 10-575: MCA (1).



Figuur 10-576: MCA (2).

uitdrukkelijk aan het systeem bekend te worden gemaakt, bijvoorbeeld door zogenaamde DIP-switches of via setup procedures. Het MCA-bus systeem herkent de uitbreidingen uit zichzelf en zorgt voor automatische configuratie. Een praktisch handvat vergemakkelijkt bovendien het plaatsen van de kaart in een vrij slot op het MCA moederbord. Nadeel hiervan is echter dat alleen MCA-uitbreidingen kunnen worden ingebouwd die of van IBM zélf of van een licentienemer afkomstig zijn die daarvoor aan IBM moet betalen.
In figuur 10-575 is het blokschema van een typisch MCA-systeem getekend. Een belangrijk gegeven is dat er twee klokgeneratoren aanwezig zijn. Op de eerste plaats de afzonderlijke systeemklok, die alle onderdelen van de architectuur voorziet met een klok van 10 MHz. Op de tweede plaats de CPU-klok, die de processor stuurt met een aan de maximale werkfrequentie van de processor aangepaste klok. De lokale geheugenbus tussen de processor en het geheugen wordt ook door deze klok gestuurd. Op deze manier kan men de gegevensoverdracht tussen processor en geheugen aanpassen aan de eigen klokfrequentie van de processor.
Ook bij de MCA-architectuur worden de perifere bouwstenen via poorten benaderd. Omdat IBM iedere compatibiliteitsgedachte overboord had gezet, hadden de ontwerpers van de MCA-architectuur alle vrijheid om een volledig nieuw slot te ontwerpen. Wél moest men er rekening mee houden dat er uitbreidingskaarten op de markt zouden komen met breedtes van 8, 16 en 32 bit. Het is natuurlijk onzin om een 32 bit

(wordt vervolgd)

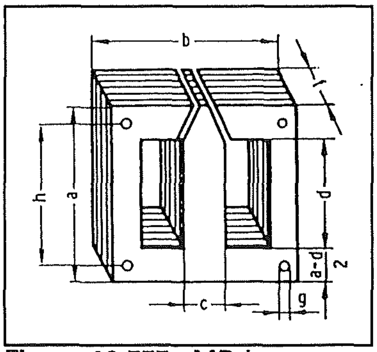
kaart te ontwerpen voor het aansturen van een printer! De kaart zou alleen maar extreem duur worden, zonder dat er enige extra functionaliteit aanwezig zou zijn. Vandaar dat het hart van het MCA-slot wordt gevormd door een 8 bit sectie met 90 contacten. Deze contacten liggen in één vlak en staan heel dicht bij elkaar. Naast deze 8 bit sectie heeft men uitbreidingen tot 16 bit en 32 bit. In totaal heeft het gehele MCA-slot niet minder dan 202 contacten, maar dank zij de kleine afstand tussen de contacten is een MCA-slot toch heel compact. Een volledig overzicht van alle contacten van een MCA-slot is getekend in figuur 10-576.

MCGA Letterwoord van "Multi Color Graphic Adapter". Een van de vele video-standaarden die zijn ontwikkeld voor het aansturen van de monitor van een PC. De MCGA was een verbetering van de oude CGA-standaard. Deze standaard bezit naast de vereiste video-hardware nog een 16 kB grote, in statische RAM uitgevoerde, tekengenerator en een beeldschermbuffer van 64 kB. Ondanks deze extra toeters en bellen kon men ook niet meer dan 320 x 200 pixels op het beeldscherm aansturen maar dan wel in 256 kleuren. Neemt men echter genoegen met 16 kleuren uit een palet van 256 kleuren dan brengt de MCGA-kaart 640 x 400 pixels op het beeldscherm. Een MCGA-kaart kon gebruikt worden in combinatie met een groot aantal monitoren. De meest gebruikte monitor bij de MCGA-kaart was een RGB-monitor. Bij een RGB-monitor worden de signalen voor de drie basiskleuren rood, groen en blauw ieder apart door een kabeltje naar de monitor gestuurd. Een andere veel voorkomende MCGA-monitor was de monochroom-monitor, hierbij worden de kleuren omgezet door op het beeldscherm verschillende gradaties grijs te tonen.

MCT Letterwoord voor "MOS Controlled Thyristor". Een schakelelement voor het schakelen van wisselspanningen dat de eigenschappen van een MOS-transistor combineert met de eigenschappen van een thyristor. De ingang is dus hoog-ohmig en vereist extreem weinig aansturingsvermogen.

MDA Letterwoord van "Monochrome Display Adapter". Een grafische kaart die in de oudheid in gebruik was voor het aansturen van de monitor van een PC. De allereerste PC's werden met deze door IBM ontwikkelde standaard uitgerust. Kenmerk van de MDA is dat hij alleen in staat is tot het weergeven van karakters. Grafische afbeeldingen weergeven was er dus niet bij! Wel was de kwaliteit van de karakters uitstekend, omdat voor ieder karakter een matrix van 9 bij 14 pixels ter beschikking stond. Daarnaast kon de MDA alleen monochromatisch werken, er konden dus geen kleuren worden gegenereerd. De MDA had een eigen geheugen van 4 kB nodig voor het bewaren van de gegevens van een scherm. Dit geheugen werd geleend van het systeemgeheugen en wel op segment $B000_{hex}$. Een eigen BIOS was niet aanwezig, de routines voor het aansturen van de beeldscherm elektronica waren vastgelegd in het hoofd-BIOS van de PC zélf. Als videocontroller werd gebruik gemaakt van de 6845, die via de poortadressen $3B0_{hex}$ tot en met $3BF_{hex}$ werd aangesproken. De resolutie bedroeg 350 lijnen van ieder 720 pixels. Er werden 50 beelden per seconde geschreven, waaruit men kan berekenen dat de horizontale sync-frequentie gelijk was aan 18.432 kHz. Om een en ander zonder vervorming op het beeldscherm te krijgen moest de video-versterker van de monitor een bandbreedte van 16,257 MHz hebben. Vergeleken met de standaard bandbreedte van 5 MHz van een TV was dat dus al een hele uitdaging voor de monitor-ontwerpers!

MD-kern Een speciale uitvoering van de M-kern (zie aldaar) voor transformatoren, waarbij de ene luchtspleet van het M-blik vervangen is door twee schuine luchtspleten, zie figuur 10-577. Ook bij deze kernen worden de blikken om en om gestapeld, zodat er geen volledig vrije luchtspleet ontstaat. De MD-kern is niet geheel vierkantvormig, de lengte is iets groter dan de breedte. Voor de codering wordt gebruik gemaakt van de breedte en de hoogte in mm: MD 74-32 betekent dus een blikpakket met een breedte van 74 mm en een hoogte van 32 mm.



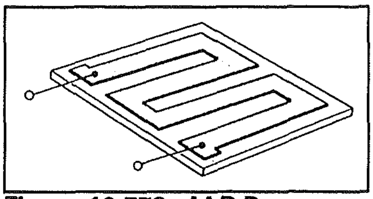
Figuur 10-577: MD-kern.

MDR-weerstand Weerstand, waarvan de waarde afhankelijk is van een magnetisch veld.

De werking van deze onderdelen berust op het Gauss-effect. Als men een stroomvoerende geleider loodrecht in een magnetisch veld brengt, dan zal dit veld proberen de ladingsdragers te laten afwijken van hun baan door de geleider. Daardoor ontstaat een verschuiving van het stroompad door de geleider, waardoor de geleidende doorsnede kleiner wordt en de weerstand toeneemt. Een heel bruikbare grondstof voor de fabricage van MDR's is InSb/NiSb, indiumantimonide/nikkelantimonide, een halfgeleidend materiaal. Het genoemde materiaal wordt onder de vorm van een meander op een ceramisch substraat aangebracht, zie figuur 10-578. Philips maakt echter gebruik van permalloy (een legering van ijzer en nikkel) dat op een siliciumsubstraat wordt aangebracht.

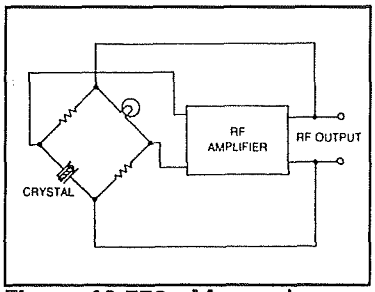
Er worden goudbanen tussen de permalloystroken aangebracht. Omdat goud veel minder last heeft van het Gauss-effect dan permalloy wordt de stroomrichting nog meer afgebogen.

De stroom loopt als het ware zigzag door de geleider. Philips brengt MDR's op de markt, waarin vier identieke weerstanden op één substraat zijn opgenomen en geschakeld als brug van Wheatstone. Hierdoor wordt niet alleen een grotere gevoeligheid bereikt, maar wordt de MDR ook minder gevoelig voor invloeden van de omgevingstemperatuur en verloopt de karakteristiek meer lineair. Een in de praktijk vaak toegepaste MDR als de FP17-D500E heeft een basisweerstand van 500 Ω. De maximale weerstandsvariatie bedraagt een factor 15, de maximaal toelaatbare spanning over het onderdeel is 100 V.



Figuur 10-578: MDR-weerstand.

Meacham-oscillator Een zeer stabiele HF-oscillator, volgens figuur 10-579 samengesteld uit een versterker met een terugkoppeling onder de vorm van een brug. In één arm van de brug staat een kristal, in een andere arm een speciale tungsten-lamp die dient als niet-lineaire weerstand.



Figuur 10-579: Meacham-oscillator.

Mean De gemiddelde waarde van twee of meer meetresultaten.

Mean of maximum strategie Een begrip uit de "fuzzy logic" of "vage logica", ook MOM-strategie genoemd. Deze strategie is een methode om de uitgangs-functie van een proces, die een fuzzy-functie is, om te zetten in praktisch bruikbare waarden. Hiervoor zijn verschillende strategieën ontwikkeld, waarvan de voornaamste zijn:
- de center of gravity strategie COG;
- de maximum strategie MAX;
- de mean of maximum strategie MOM.

De MOM-defuzzificatie werkt volgens een heel eigen principe. Er wordt namelijk géén compositie toegepast. Iedere regel uit het redeneer mechanisme wekt, zoals bekend, een specifieke functie op voor de uitgang. Bij de MOM-strategie wordt van iedere uitgangsfunctie het maximum bepaald en de bijbehorende μ_{max} berekend. Nadien wordt het gemiddelde van al deze waarde berekend en dit getal wordt gebruikt om de reële waarde van de uitgangsvariabele te bepalen. Het voordeel van deze strategie is dat de fuzzy-processor veel minder hoeft te rekenen en daardoor veel sneller kan werken.

Mechanica De wetenschap die zich bezig houdt met de bestudering van bewegende voorwerpen. Omdat beweging alleen ontstaat als er een kracht op een voorwerp wordt uitgeoefend is de mechanica de leer der krachten. Ook de elektriciteitsleer is een onderdeel van de mechanica, omdat de elektriciteitsleer zich bezig houdt met bewegende ladingen en elektronen.

Mechanisch analogon Er bestaat een merkwaardige gelijkaardigheid tussen zuiver mechanische en zuiver elektrische verschijnselen. Zo kan men een inductantie (spoel) mechanisch voorstellen door een vliegwiel of een massa. Dank zij deze gelijkaardigheid of analogie, die zo ver gaat dat men elektrische systemen wiskundig bekeken volledig door mechanische systemen kan vervangen en vice versa, kan men soms ingewikkelde mechanische systemen vervangen door een elektrische schakeling, zoals gebeurt in analo-

ge computers. Aan deze schakelingen kan men dan spanningen toevoeren, analogieën van mechanische grootheden zoals massa of kracht, en de uitgangsspanningen van de schakeling meten. Deze kunnen dan weer omgerekend worden in mechanische analogieën. Het is veel gemakkelijker om wijzigingen aan te brengen in een elektrisch analogon dan een mechanisch prototype opnieuw te bouwen.

Mediaan De gemiddelde waarde van een meetkundige of wiskundige reeks. De mediaan van de reeks 1,2,3,4,5,6,7 is 4.

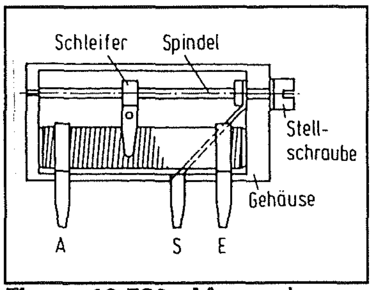
Medium Het voorwerp waarop gegevens worden opgeslagen. Typische media zijn ponskaarten, entree-kaartjes met magnetische strip, magnetische banden, diskettes, harde schijven, etc.

Meeluister versterker Een laagfrequent versterkertje met luidsprekertje, dat gebruikt wordt om een analoge lijn af te luisteren. Meeluisterversterkers zijn bijvoorbeeld te koop als aanvulling op een analoge telefoon, zodat het geluid versterkt in een kamer te horen is en meerdere mensen de conversatie kunnen volgen.

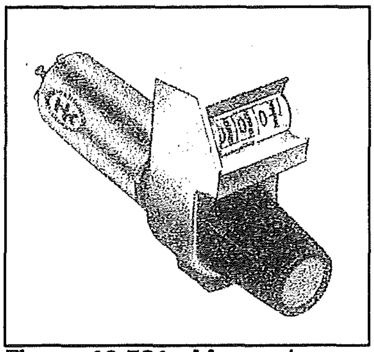
Meerderheidsladingsdragers De elektronen in een type-N halfgeleider en de gaten in een type-P halfgeleider. De meerderheids/minderheidsladings dragers ontstaan doordat men zuiver silicium dopeert met stoffen, waardoor er in de silicium-atomen ofwel een overschot aan elektronen ontstaat, ofwel een tekort aan elektronen.

Meerslagen potentiometer Een nauwkeurig in te stellen potentiometer, waarbij men de as over veel meer dan 360 ° kan verdraaiën. In de meeste gevallen heeft een dergelijk onderdeel tien slagen, oftewel een hoekverdraaiing van 3.600 ° en vandaar dat men deze potentiometers ook wel een "tien slagen potentiometers" noemt. Meerslagen potentiometers zijn er in talrijke uitvoeringen, zowel voor eenmalige instelling op een print als voor knopbediening op een frontplaat. In figuur 10-580 is als eerste voorbeeld een zogenoemde bloktrimmer voor printmontage getekend. Deze trimmers, die ook wel eens "Cermet" worden genoemd hebben een instelbereik van 15 omwentelingen, een belastbaarheid van 0,75 W en een tolerantie van +/-1 %.
In figuur 10-581 is een dure, professionele meerslagen potentiometer voor frontmontage weergegeven. Deze onderdelen zijn uitgerust met een numerieke dial, die in een schaalverdeling van 000 tot 999 een indicatie geeft van de totale verdraaiing van de as. Op deze manier kan men de potentiometer heel nauwkeurig instellen in een bepaalde stand.

Meetapparaat Een elektronisch apparaat, waarmee men elektrische grootheden kan meten. Meetapparaten kunnen onderverdeeld worden in de onderstaande categorieën:
- universeelmeters: meten de basisgrootheden spanning, stroom en weerstand.
- impedantiemeters: meten de wisselstroomweerstand van weerstanden, spoelen en condensatoren.
- oscilloscopen: zetten het amplitude-verloop van een spanning of een stroom in functie van de tijd op het scherm van een beeldbuis.
- spectrum-analysers: zetten de frequentie-samenstelling van een spanning in functie van de frequentie op het scherm van een beeldbuis.
- logic-analysers: zetten de bitvolgorde van diverse logische signalen onder elkaar op het scherm en dit in functie van de tijd.
- vervormingsmeters: meten de harmonische vervorming die aanwezig is in een zuiver sinussignaal.



Figuur 10-580: Meerslagen potentiometer (1).



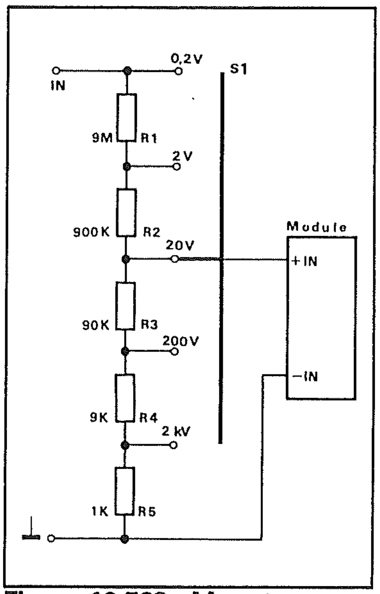
Figuur 10-581: Meerslagen potentiometer (2).

Meetfout Het verschil, uitgedrukt in procenten, tussen de échte waarde van een gemeten grootheid en de door de meter aangeduide waarde. Ieder meetinstrument heeft een bepaalde meetfout. Meet men met een digitale universeelmeter een referentiespanning van 10,000 V en geeft de meter 10,025 aan, dan heeft de meter een absolute meetfout van 0,025 V en een procentuele meetfout van 0,25 %.

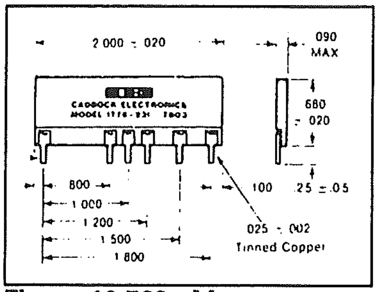
A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z

Meetweerstand Een precisieweerstand met een tolerantie van +/-0,1 %, die wordt toegepast bij het samenstellen van spanningsdeler, die in digitale universeelmeters en oscilloscopen worden gebruikt voor het instellen van het meetbereik.
De eigenlijke meet-module van een digitale voltmeter heeft meesta l een meetbereik van +/-199,9(9) mV. Digitale universeelmeters moeten uiteraard heel wat grotere spanningen kunnen meten, zodat er tussen de ingangen van de meter en deze van het module een spanningsverzwakker moet worden opgenomen. Alle digitale meters werken met een decadische bereikenschakelaar. Dat wil zeggen dat de verhouding tussen de verschillende meetbereiken gelijk is aan tien.
Bij het meten van spanningen werkt men dus met vier of vijf meetbereiken, namelijk:
- +/-199,9 mV;
- +/-1,999 V;
- +/-19,99 V;
- +/-199,9 V;
- +/-1,999 kV.

De algemeen gebruikelijke schakeling van de spanningsdeler met meetweerstanden is getekend in figuur 10-582.
In dit voorbeeld wordt uitgegaan van een meter met vijf meetbereiken. De spanningsdeler is samengesteld uit vijf in serie geschakelde meetweerstanden, met de respectievelijke waarden van 9 MΩ, 900 kΩ, 90 kΩ, 9 kΩ en 1 kΩ. De totale weerstand die tussen de ingangen van de meter staat is bijgevolg gelijk aan 10 MΩ, dé standaard ingangsweerstand van digitale meters geschakeld op spanningsmeting.
De knooppunten tussen de weerstanden gaan naar de bereikenschakelaar. Afhankelijk van de stand van deze schakelaar zal er een weerstandsdeler worden gevormd met een verhouding tussen beide weerstanden van 1/1, 1/9, 1/99, 1/999 en 1/9.999. Stel dat men de schakelaar in de stand 2 V zet. Het schema herleidt zich dan tot dat van een ordinaire spanningsdeler, met een bovenste weerstand gelijk aan 9 MΩ en een onderste gelijk aan 1 MΩ. Als men aan de ingang een spanning aanlegt van 10 V, dan zal 9 V vallen over de bovenste weerstand en 1 V over de onderste. De ingangsspanning wordt dus met een factor 10 gereduceerd. Men kan op identieke manier aantonen dat in de overige standen van de schakelaar de ingangsspanning met een factor 100, 1.000 en 10.000 wordt gereduceerd.
Uiteraard worden de hoogst mogelijke eisen gesteld aan de vijf meetweerstanden die de spanningsdeler vormen. Deze weerstanden kunnen niet nauwkeurig genoeg zijn! Helaas moet men in de praktijk genoegen nemen met een tolerantie van +/-0,1 % omdat nog nauwkeuriger weerstanden niet meer te betalen zijn.
Diverse fabrikanten, waaronder Bourns en Philips, brengen speciaal voor deze toepassing 0,1 % metaalfilmweerstanden op de markt met de waarden 9 MΩ, 900 kΩ, 90 kΩ, 9 kΩ en 1 kΩ. Deze weerstanden kosten ongeveer *f* 7,00 per stuk! Daarnaast worden uiteraard ook aan de temperatuursstabiliteit hoge eisen gesteld. De Philips typen, verkrijgbaar onder de code MPR24, hebben bijvoorbeeld een temperatuurscoëfficiënt van slechts 25 ppm/°C.
Naast de toepassing van losse weerstanden kan men tegenwoordig ook gebruik maken van meetweerstandsnetwerken. Figuur 10-583 geeft de afmetingen van speciale netwerken die door Caddock Electronics voor dit doel op de markt worden gebracht. Alle weerstanden van de spanningsdeler zijn ondergebracht in één behuizing wat als groot voordeel heeft dat de spanningsdeler minder gevoelig is voor temperatuurschommelingen. Men is er immers zeker van dat alle weerstanden even veel opwarmen of afkoelen.



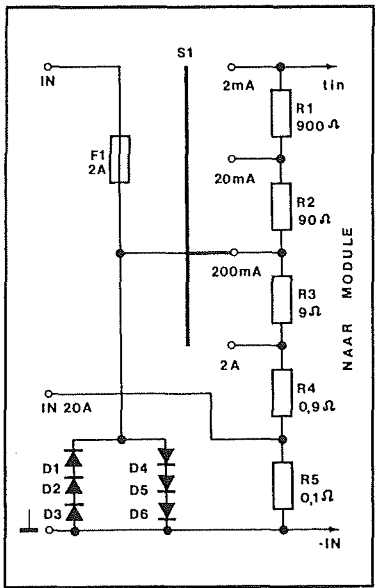
Figuur 10-582: Meetweerstand (1).



Figuur 10-583: Meetweerstand (2).

Ook voor het meten van stromen moeten meetweerstanden worden toegepast. De te

meten stroom moet worden omgezet in een ermee proportionele spanning. Dat gaat heel eenvoudig door de stroom door een nauwkeurige sensorweerstand te sturen en de spanningsval over deze weerstand te meten. Het basisschema is getekend in figuur 10-584. Vijf meetweerstanden van respectievelijk 900 Ω, 90 Ω, 9 Ω, 0,9 Ω en 0,1 Ω zijn in serie geschakeld. De ingangsklem van de digitale meter wordt via een omschakelaar naar de knooppunten van de serieschakeling geleid. In de getekende stand staan de weerstanden R3, R4 en R5 tussen de ingangen. De totale waarde van de sensor-weerstand is 10 Ω. Een stroom van 200 mA zal over deze weerstand een spanningsval van 2 V opwekken, waardoor dus meteen het maximale stroombereik voor deze stand van de schakelaar wordt vastgelegd.



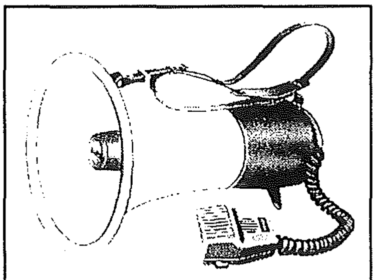
Figuur 10-584: Meetweerstand (3).

De sensorspanning gaat via R2 en R1 naar de ingangen van de meet-module. De waarde van deze nu in serie met het module geschakelde weerstanden is volstrekt te verwaarlozen ten opzichte van de ingangsweerstand van de module, zodat er geen meetbare spanning over deze weerstanden verloren gaat. De ingangsschakeling wordt beveiligd tegen overbelasting door zware siliciumdioden D1 tot en met D6 in serie met een zekering tussen de ingangen van de digitale universeelmeter te schakelen. Als er een grotere stroom door de sensorweerstanden vloeit dan toegelaten zal de spanning over de sensor stijgen tot meer dan 2 V. De dioden gaan geleiden en trekken een grote stroom, de zekering brandt door.

Mega Voorvoorsel dat de waarde van een grootheid vermenigvuldigt met 10^6, oftewel met 1.000.000. Een MΩ is dus 1.000.000 Ω.

Megabit Ongeveer één miljoen bit, of om precies te zijn 1.048.576 bit. Wordt afgekort tot Mb en niet tot MB, want dit staat voor Megabyte.

Megabyte Ongeveer één miljoen byte, om precies te zijn 1.048.576 byte.



Figuur 10-585: Megafoon.

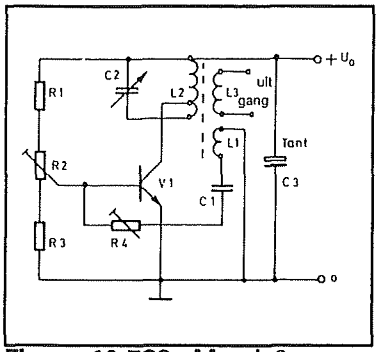
Megafoon Een in de hand te houden combinatie van batterijvoeding, microfoon, laagfrequent versterker en hoornluidspreker, zie figuur 10-585. Wordt gebruikt voor het versterken van de menselijke stem bij demonstraties, etc.

Megger Een analoog meetinstrument voor het meten van zeer grote weerstanden. Een megger bevat een hoogspanningsbron en een gevoelige µA-meter. De meter meet in feite de kleine stroom, die onder invloed van de hoge spanning door de te meten weerstand gaat vloeien. Meggers worden gebruikt voor het meten van lekweerstanden, isolatieweerstanden, etc.

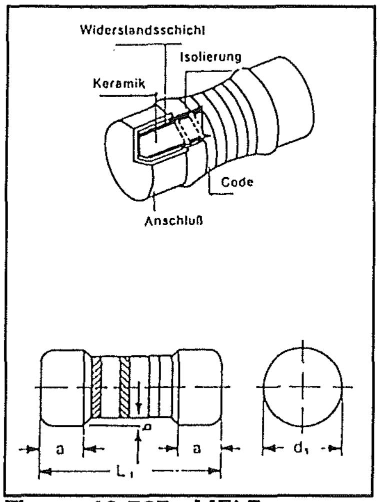
Meißner-effect Het natuurkundig verschijnsel dat een supergeleider geen magnetische flux heeft. Koelt men een stof met supergeleidende eigenschappen af tot zijn supergeleidende temperatuur, dan verliest de stof opeens zijn magnetische eigenschappen.

Meißner-oscillator Een HF-oscillator waarbij het teruggekoppelde signaal, dat de oscillatie in stand moet houden, naar de basis wordt gevoerd. In figuur 10-586 is het basisschema van een dergelijke oscillator getekend. Met de potentiometer R2 kan men het werkpunt van de transistor instellen. De waarde van de trimmer R4 bepaalt de mate van terugkoppeling. De condensator C1 zorgt ervoor dat de gelijkspanning niet via de spoel L1 kortgesloten kan worden. De terugkoppelspoel L1 heeft, vanwege de zeer lage ingangsimpedantie van de transistor, niet meer dan een paar windingen. De demping van de kring door de collector-belasting kan aanmerkelijk worden gereduceerd als men de collector aansluit op een aftakking van de primaire spoel L2. Bovendien wordt door deze aftakking de uitgangsimpedantie van de schakeling omhoog getransformeerd.

A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z



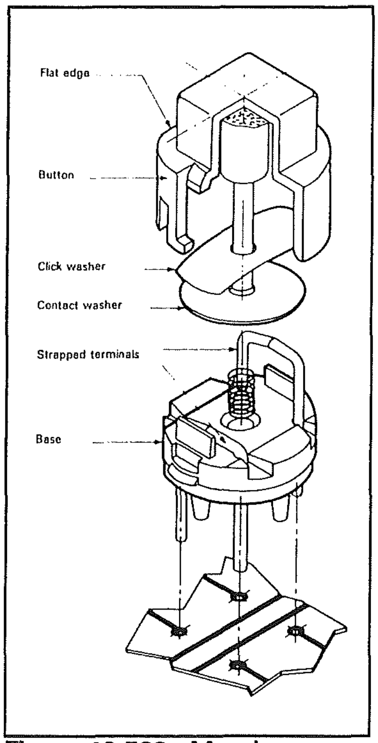
Figuur 10-586: Meißner-oscillator.



Figuur 10-587: MELF.

MELF Letterwoord van "Metal Electrode Face Bounding". Cilindervormige behuizingen voor Surface Mounted Devices, zie figuur 10-587. In MELF treft men weerstanden, dioden, en condensatoren aan. De standaard MELF is 5,9 m lang en heeft een diameter van 2,2 mm. Daarnaast kent men ook de MINIMELF, met een lengte van 3,6 mm en een diameter van 1,4 mm en de MIKROMELF met een lengte van 2,0 mm en een diameter van 1,3 mm.

Membraan Een vlies of dunne huid. In de elektrotechniek kent men diverse uitvoeringsvormen en toepassingen van membranen.

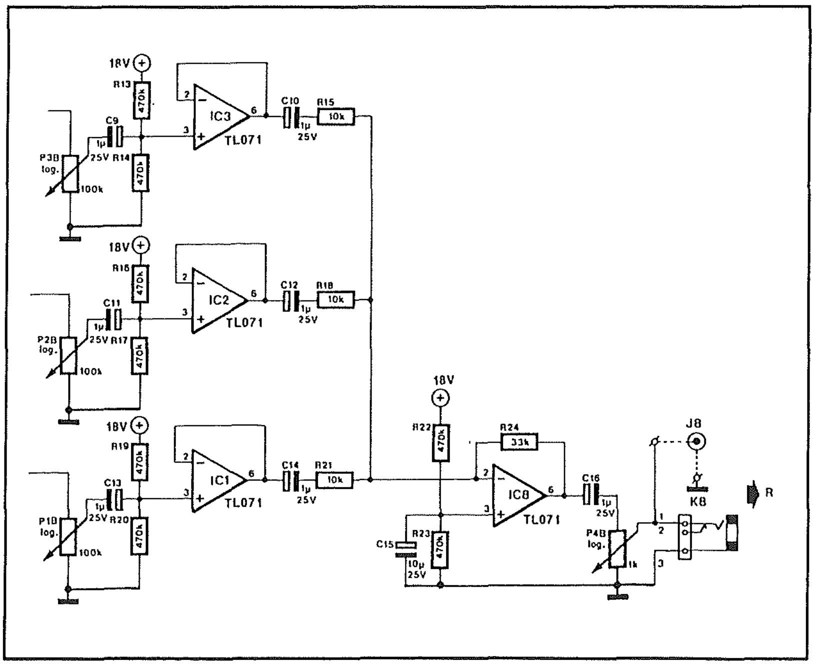


Figuur 10-588: Membraan.

Bij een microfoon bestaat het membraan uit een dun metaalplaatje dat onder invloed van uitwendige krachten (opgewekt door de geluidsdruk) in trilling geraakt en daardoor een magnetisch veld beïnvloedt. Bij membraanschakelaars bestaat het membraan uit een dun, gebogen en veerkrachtig plaatje dat door het indrukken van de toets van de schakelaar twee contacten met elkaar verbindt, zie figuur 10-588. In een nog goedkopere uitvoering bestaat een dergelijke schakelaar uit een geleidend membraantje, dat bij het indrukken van de toets twee koperen spoortjes op een printplaat met elkaar in contact brengt. De meeste goedkope computer toetsenborden zijn uitgerust met dergelijke goedkoop te fabriceren membraanschakelaars.

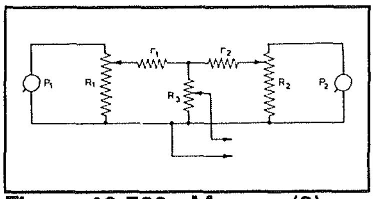
Memory Engels voor geheugen, zie aldaar.

Memory mapped I/O Een PC-techniek, waarbij de registers van perifere schakelingen in de normale geheugenadressen worden opgenomen en deze via normale geheugenopdrachten zoals MOV kunnen worden aangesproken.



Figuur 10-589: Menger (1).

Menger Een schakeling waarin verschillende ingangssignalen worden gemengd tot één uitgangssignaal. Een van de bekendste vormen van menger is de schakeling die in een audio mengtafel zit en het geluidssignaal van verschillende geluidsbronnen (microfoon, CD, etc) mengt. Hierbij is sprake van *additieve* menging: de signalen worden bij elkaar opgeteld, zodat de momentele waarde van het uitgangssignaal op ieder moment gelijk is aan de som van de momentele waarden van de ingangssignalen. In de meeste gevallen wordt hierbij gebruik gemaakt van een techniek die men "virtuele massa" noemt en die wordt voorgesteld in figuur 10-589.
De drie ingangssignalen komen via volumepotentiometers en bufferversterkers naar de mengtrap. De drie signalen gaan ieder via een eigen mengweerstand R15, R18 en R21 naar de inverterende ingang van de op-amp IC8. De niet-inverterende ingang van deze op-amp staat via de condensator C15 op massa-potentiaal voor signalen: men noemt dit "virtuele massa". Vanwege de werking van een op-amp zal ook de inverterende ingang op signaal-niveau naar massa gaan. Dat wil zeggen dat er géén signaalspanning aanwezig is en de drie ingangssignalen *stromen* leveren via hun mengweerstanden. Op deze manier wordt onderlinge beïnvloeding van de ingangen uitgesloten. De totale stroom, die op ieder moment gelijk is aan de som van de mengstromen, vloeit af naar de uitgang via de weerstand R24 en wekt over deze weerstand een spanning op. De linker aansluiting ligt virtueel aan de massa, op de rechter aansluiting ontstaat dus een vrij grote spanning, de uitgangsspanning van de menger.
In principe hoeft een menger niet zo ingewikkeld te zijn. In figuur 10-590 is de allereenvoudigste mengschakeling getekend, die twee audio-signalen met elkaar mengt. Hier wordt zuiver resistief gewerkt en zijn het de stromen die via de weerstanden r1 en r2 worden aangevoerd, die over de mengpotentiometer R3 het mengsignaal vormen.

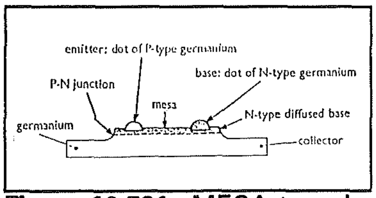


Figuur 10-590: Menger (2).

Een tweede toepassing van een menger is beschreven bij het begrip "Heterodyne-principe".

Menu Een lijst met items op het beeldscherm van een computer, waaruit men een keuze kan maken. Bij de moderne grafische gebruikersinterfaces zoals Windows staan de menu's naast elkaar in de bovenste balk van een geopend programma en kan men een dergelijk menu openen door er met de muis op te klikken. Nadien kan men op dezelfde manier een selectie uit de menulijst maken.

MESA-transistor Een transistor waarbij een germanium of silicium plaatje in fasen wordt geëtst, waardoor de basis- en emitter-gebieden als een soort "heuveltjes" (mesa's) boven de lager gelegen collectorzône uitsteken, zie figuur 10-591. Het voordeel hiervan is dat de basis-collector capaciteit verkleint, waardoor de transistor tot zeer hoge frequenties bruikbaar is.



Figuur 10-591: MESA-transistor.

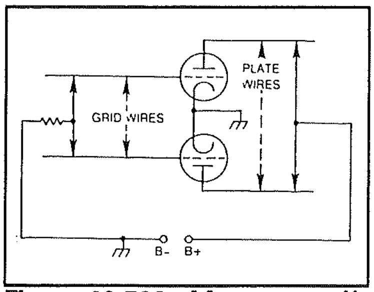
MESFET Afkorting van MEtal Semiconductor FET. Een FET waarbij het kanaal rechtstreeks onder een metalen gate wordt gevormd.
De gate staat in innig contact met de halfgeleider. Dit in tegenstelling tot de situatie bij een MOSFET, waarbij de gate door middel van een zeer dunne laag oxyde is geïsoleerd van de halfgeleider. De MESFET-technologie wordt gebruikt bij GaAshalfgeleiders, omdat de oxyde-laag die daar gevormd wordt te slechte eigenschappen heeft voor de constructie van MOSFET's. Bij een MESFET wordt de drain aangesloten op een positieve spanning, terwijl de source aan de massa ligt. De MESFET word gestuurd door het aanleggen van een spanning op de gate. Hierdoor wijzigt de diepte van de verarmingslaag onder de gate, waardoor een regelbare stroomversperring in het kanaal wordt gevormd. Het gebruik van GaAs heeft als voordeel dat de elektronen snel door het materiaal kunnen migreren. Dit snelheidsvoordeel wordt maximaal uitgebuit door de gate zo klein mogelijk te maken. Afmetingen van 1 m tot 0,25 μm zijn tegenwoordig realiseerbaar, waardoor een MESFET uitstekende HF-eigenschappen en snelle schakeltijden krijgt. Vandaar dat dit onderdeel steeds vaker wordt

aangetroffen als schakel-basis in snelle digitale IC's.

MESI-protocol Letterwoord van "Modified, Exclusive, Shared, Invalid". Een protocol dat bij Pentium-processoren wordt gebruikt om cache-ingangen op een cache line basis te beheren. Het protocol kent aan iedere cache-lijn een van de vier genoemde statussen toe. De overgang van de ene naar de andere status wordt door de schrijf- en lees-procedures naar de cache geactiveerd.

Mesny-oscillator Een triode-oscillator voor het genereren van zeer hoge frequenties waarbij de afgestemde kring wordt gevormd door twee parallel lopende geleiders, die rechtstreeks met de roosters van de buizen zijn verbonden en die worden kortgesloten door een glijcontact. Ook de uitgangskring in de twee anoden bestaat uit twee parallel lopende geleiders die worden kortgesloten door een glijcontact. De oscillatie-frequentie kan worden ingesteld door het verplaatsen van de glijcontacten. Dergelijke oscillatoren worden in de moderne halfgeleidertijd toch nog toegepast, waarbij de trioden aanwezig zijn onder de vorm van "Nuvistors": zeer kleine buizen die niet veel groter zijn dan een eerste-generatie transistor.
Het schema van een Mesny-oscillator is getekend in figuur 10-592.

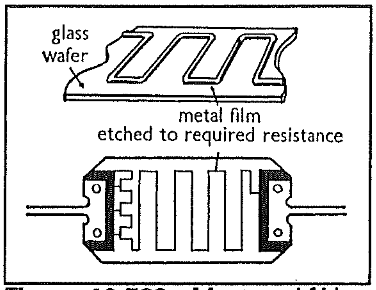
Meson Een onstabiel nucleair deeltje, dat wordt aangetroffen in cosmische straling. De lading kan positief of negatief zijn, maar er bestaan ook neutrale mesonen. De massa van een meson ligt tussen deze van een elektron en deze van een proton. De geladen mesonen die in de aardse atmosfeer terecht komen kunnen vanwege hun lading elektromagnetische communicatie beïnvloeden.



Figuur 10-592: Mesny-oscillator.

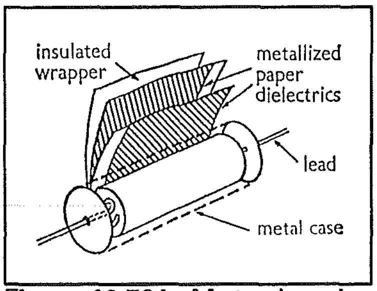
Metaal Chemische elementen, die als gemeenschappelijke eigenschappen hebben dat zij elektrische stroom goed geleiden en in staat zijn elektronen uit te zenden. Deze eigenschappen ontstaan doordat de atomen van metalen maar een paar elektronen op de buitenste elektronenschil hebben en die als gevolg daarvan zwak gebonden zijn aan de kern. Deze elektronen kunnen het atoom verlaten en als "vrije elektronen" gaan rondzwerven van het ene atoom naar het ander. Door over het metaal een elektrisch veld aan te leggen zullen de vrije elektronen worden aangetrokken door de positieve elektrode van het veld: er ontstaat een elektrische stroom door het metaal. In de elektronica worden onder andere de volgende metalen toegepast: ijzer, aluminium, koper, lood, tin, kwik, zilver en goud.

Metaalfilm weerstand Een weerstand die wordt gevormd door op een isolerende ceramische drager een dunne laag metaal op te dampen. Als metaal gebruikt men goud, platina, paladium en chroom. Om op een kleine oppervlak een grote weerstandswaarde te verkrijgen wordt vaak met een zig-zag patroon gewerkt, zie figuur 10-593. Metaalfilm weerstanden hebben uitstekende eigenschappen en zijn zeer stabiel, reden waarom deze technologie word toegepast voor het vervaardigen van nauwkeurige weerstanden met toleranties van 2 %, 1 % en 0,5 % in de gestandaardiseerde reeksen E-48, E-96 en E-192. Vanwege hun extreem lage eigen ruis worden deze weerstanden aanbevolen voor toepassingen in audio-schakelingen.



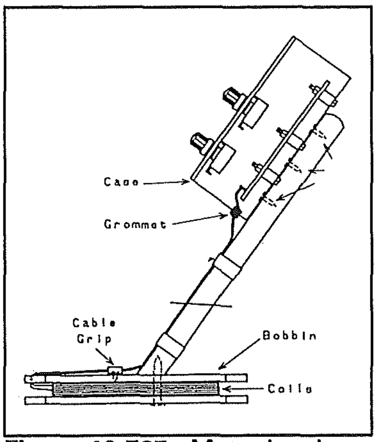
Figuur 10-593: Metaalfilm weerstanden.

Metaalpapier condensator Een speciale uitvoering van de opgerolde condensator, waarbij de capaciteit gevormd wordt door op een zeer dunne folie papier aan weerszijden een dunne metalen laag aan te brengen, zie figuur 10-594. Hierdoor wordt het mogelijk grote capaciteitswaarden in kleine volumes onder te brengen. Een tweede voordeel van dergelijke condensatoren is dat zij *zelfdovend* zijn. Mocht ergens de papieren isolator doorslaan door een te hoge spanning over de condensator, dan zal de opgewekte warmte de metalen lagen aan weerszijden van het doorslag-gat verdampen, waardoor de condensator toch verder gebruikt kan worden.



Figuur 10-594: Metaalpapier condensator.

Metaalzoek apparaat Een apparaat waarmee men in de grond verborgen metalen voorwerpen kan opsporen. De werking berust op het feit dat een metalen voorwerp, aangebracht in de omgeving van een afgestemde LC-kring, de resonantie-frequentie van deze kring wijzigt. Vandaar dat een metaalzoek apparaat bestaat uit een soort "stofzuiger"-mond, waarin een grote spoel aanwezig is die deel uit maakt van een resonantie-kring, zie figuur 10-595. De frequentie die deze kring genereert wordt vergeleken met de frequentie van een tweede LC-oscillator. Het apparaat wordt zo afgeregeld dat in rust beide frequenties identiek zijn. Beide frequenties worden gemengd, zodat er géén verschilfrequentie ontstaat. Beweegt men de mond van het apparaat over de grond en komt men in de buurt van een metalen voorwerp, dan zal de frequentie van de ene LC-kring iets afwijken. Bij het mengen van de beide frequenties ontstaan er hoorbare som- en verschilfrequenties. Deze worden versterkt en weergegeven in een hoofdtelefoon.
Het gebruik van slechts één zoekspoel heeft als nadeel dat de LC-kring ook wordt verstemd door vochtige aarde, waardoor er altijd een fluittoontje in de hoofdtelefoon hoorbaar is. Dit probleem kan opgelost worden door de mond van het apparaat te voorzien van twee ver uit elkaar gelegen identieke spoelen. Als men met de mond "schone" aarde afzoekt zullen beide kringen even veel verstemd worden en is er geen verschilfrequentie. Als een van de spoelen echter boven een metalen voorwerp wordt gehouden zal deze kring meer verstemmen dan de andere, waardoor de verschilfrequentie ontstaat.



Figuur 10-595: Metaalzoek apparaat.

MeV Afkorting van "Mega elektron Volt", een energie van 1.000.000 elektron Volt. Een eV is de energietoename van een elektron als dit versneld wordt door een spanning van 1 V.

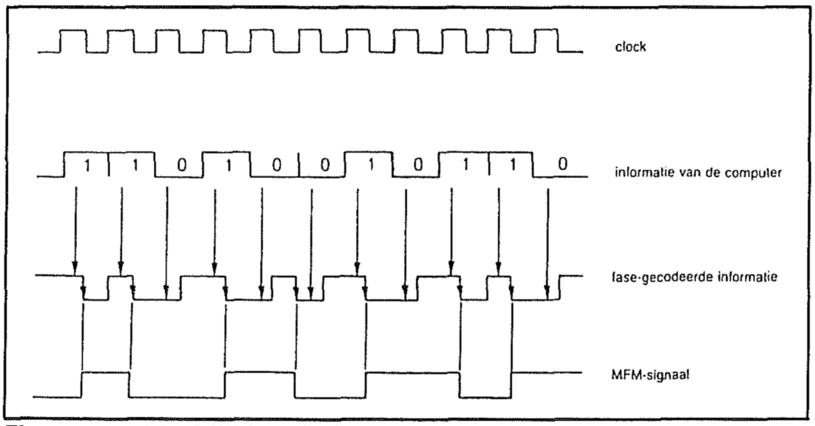
MF Afkorting van "Midden Frequentie". De verschilfrequentie die ontstaat als men de ontvangst-frequentie van een radio, TV of radar mengt met de frequentie van de locale oscillator. De MF blijft constant bij het afstemmen van de ontvanger op een andere zender. De meeste apparaten maken gebruik van onderstaande gestandaardiseerde MF's:
- AM-ontvangers: 455 kHz;
- FM-ontvangers: 10,7 MHz;
- TV-beeld: 38,9 MHz;
- TV-geluid: 33,4 MHz;
- TV-hulpdraaggolf: 34,47 MHz;
- Radar: 30 MHz of 60 MHz;
- Breedband-ontvangers: 70 MHz.

Zie ook het begrip "Heterodyne-principe".

MF II toetsenbord Tegenwoordig hét standaard toetsenbord van iedere PC.
Het AT-toetsenbord werd opgevolgd door het zogenoemde MF II toetsenbord. Dit toetsenbord werd uitgebreid met de functietoetsen F11 en F12 (die helaas nauwelijks door software worden gebruikt) en bovendien werden de besturingstoetsen opgenomen in een extra toetsenblokje. De 12 functietoetsen werden boven aan het toetsenbord op een rijtje geplaatst. Bovendien werden de vier cursortoetsen ook nog eens gegroepeerd en werden er dubbele "Alt"-, "Ctrl"- en "Shift"-toetsen opgenomen. Ook de toetsen "Print Screen" en "Pause" zijn kenmerkend voor een MF II toetsenbord. Ook de drie LED's, waarmee de status van "Caps Lock", "Num Lock" en "Scroll Lock" wordt aangegeven, werden ingevoerd bij de introductie van het MF II toetsenbord. Elektronisch bekeken zijn er weinig verschillen tussen dit toetsenbord en zijn voorganger AT.

MFM-codering Afkorting van "Modified Frequency Modulation". Een systeem dat wordt gebruikt bij de data-opslag op floppy en harde schijf. Bij het MFM-systeem wordt een hogere opslagcapaciteit verkregen doordat men de in feite overbodige informatie van de klokpulsen niet op de schijf zet. Het principe wordt toegelicht aan de hand van de grafieken in figuur 10-596.

A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z



Figuur 10-596: MFM-codering.

MFM werkt met een klokperiode van slechts 2 µs. Het kloksignaal wordt in een fasecomparator vergeleken met de gesynchroniseerde seriële datastroom die door de interface wordt aangeleverd. De uitgang van de fasecomparator levert een signaal dat in fase is met de klok als de datastroom "H" is en in tegenfase is met de klok als de datastroom "L" is. Dat heeft tot gevolg dat de richting van de flanken van het uitgangssignaal gelijk is aan de richting van de flanken van het kloksignaal bij hoge informatie en tegengesteld bij lage informatie. Dit fasegemoduleerde signaal stuurt de spanning naar stroomomzetter die de stroompulsen voor het opwekken van het magnetisch veld rond de kopspoel genereert. Bij het terug lezen van de informatie van de schijf wordt gebruik gemaakt van een PLL-systeem. Een oscillator wordt fasegekoppeld aan de referentiebits in de "gaten" op de schijf. Het van de schijf herwonnen elektrische signaal wordt in een fasevergelijker met dit oscillatorsignaal vergeleken.
Deze schakeling vergelijkt de richting van de achterflanken van de twee signalen en kan op deze vrij eenvoudige manier besluiten of er een hoog dan wel een laag signaal gegenereerd moet worden.

MHEG-5 Letterwoord voor "Multimedia and Hypermedia information coding Expert Group". Een open standaard voor het versturen van hypermedia-informatie (tekst, geluid, beeld, etc.) tussen low-cost platformen.

Mho Een verouderde eenheid voor de elektrische grootheid geleidbaarheid. Tegenwoordig wordt hiervoor de Siemens gebruikt. De geleidbaarheid is het omgekeerde van de weerstand:
geleidbaarheid = $^1/_{weerstand}$.

MHTL Letterwoord van "Micro House Technical Library".
Een ondertussen beroemde Engelstalige technische referentie-bijbel die op CD-ROM bij Novell NetWare geleverd wordt en die bestaat uit de volgende onderdelen:
- de encyclopedie van de moederborden;
- de encyclopedie van de harde schijven;
- de netwerk interface technische handleiding;
- de encyclopedie van I/O-kaarten.

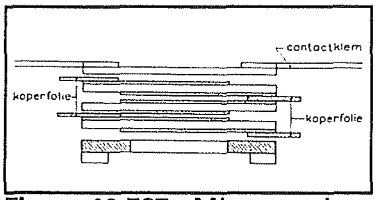
Iedere publicatie bevat een groot aantal achtergrond artikelen en referentielijsten en uitgebreide technische specificaties van honderden moederborden, harde schijven en uitbreidingskaarten.

MIC Letterwoord van "Microwave Integrated Circuit". Een IC dat speciaal ontworpen is voor het functioneren bij zeer hoge frequenties.

Mic Afkorting van "Microphone", microfoon. Vaak toegepast als kreet op mengpanelen en overige audio-apparatuur.

Mica Een mineraal met diëlektrische eigenschappen dat vrij gemakkelijk gespleten kan worden in zeer dunne laagjes. Het werd vroeger gebruikt als diëlektricum in mica-condensatoren. Groot voordeel van mica is dat het zeer goed bestand is tegen hoge temperaturen. Om die reden wordt dit mineraal toch nog toegepast als isolator in apparatuur die bestand moeten zijn tegen hoge temperaturen.

Mica-condensator Een nauwkeurige en zeer stabiele condensator, waarbij het diëlektricum bestaat uit dunne plaatjes mica. Deze zijn aan beide zijden gedeeltelijk verzilverd. De plaatjes worden gestapeld onder tussenvoeging van dunne metaalfolies, die contact maken met de verzilverde delen van het mica en dienen ter aansluiting. De mica-plaatjes worden samengeperst en ingegoten in een kunsthars om het geheel vochtbestendig te maken. In figuur 10-597 is een doorsnede door een mica-condensator voorgesteld.



Figuur 10-597: Mica-condensator.

Mickey Een eenheid die de gevoeligheid van een muis definieert. Deze eenheid bepaalt het aantal bewegingsimpulsen dat de muis naar de PC stuurt als men de muis één inch in horizontale of vertikale richting verplaatst. De Amerikanen, nooit wars van een grapje, hebben deze parameter de eenheid "Mickey" gegeven. Typische waarden voor de meeste muizen liggen tussen 200 en 400 Mickey's per inch. Dit is de hardware gevoeligheid. Deze gevoeligheid kan softwarematig opgevoerd worden tot meer dan 10.000 Mickey's per inch.
Aan de gevoeligheid van een muis worden tegenstrijdige eisen gesteld. Enerzijds moet de muis heel gevoelig zijn, om bijvoorbeeld met één beweging de muiscursor van de onderkant van het scherm te verplaatsen naar de menubalk aan de bovenzijde. Maar anderzijds moet de muis vaak extreem laaggevoelig zijn, als men bijvoorbeeld in een CAD-programma het begin van een lijntje heel precies wil laten aansluiten op het eindpunt van een ander lijntje. Vergeet niet dat bij een schermresolutie van 600 bij 800 de muiscursor in principe zonder problemen naar ieder van de in totaal 480.000 pixels op het scherm gestuurd moet kunnen worden!
Het zou dus handig zijn als een muis was voorzien van een gevoeligheidsschakelaar, waarmee men de gevoeligheid kan omschakelen tussen bijvoorbeeld 200 en 5.000 Mickey's per inch. Toch zal men maar weinig muizen aantreffen die een dergelijke handige voorziening hebben. In de meeste gevallen wordt deze omschakeling van de gevoeligheid dynamisch geregeld door de bij de muis geleverde software. Tegenwoordig wordt meestal gebruik gemaakt van een niet-lineaire dynamische gevoeligheidsregeling. Als men de muis snel beweegt, dan zorgt de software ervoor dat de gevoeligheid van de muis zeer hoog wordt ingesteld. Beweegt men de muis traag, dan zal de software de gevoeligheid terug schroeven. In de meeste gevallen wordt gewerkt met drie tot vier zogenoemde "drempels", waardoor de niet-lineaire dynamische gevoeligheidsregeling ontstaat. Bij een snelheid die lager is dan v_1 stelt de software de gevoeligheid in op 100 Mickey's per inch. Bij een snelheid tussen v_1 en v_2 wordt de gevoeligheid verhoogd tot 200 Mickey's per inch, etc. De vier snelheden v_1, v_2, v_3 en v_4 zijn de vier drempels van de muis-karakteristiek.

Micro Voorvoegsel, dat de waarde van een eenheid vermenigvuldigt met 0,000.001 en wordt voorgesteld door de Griekse letter µ (mhu). 1 µF is dus gelijk aan een/miljoenste Farad.

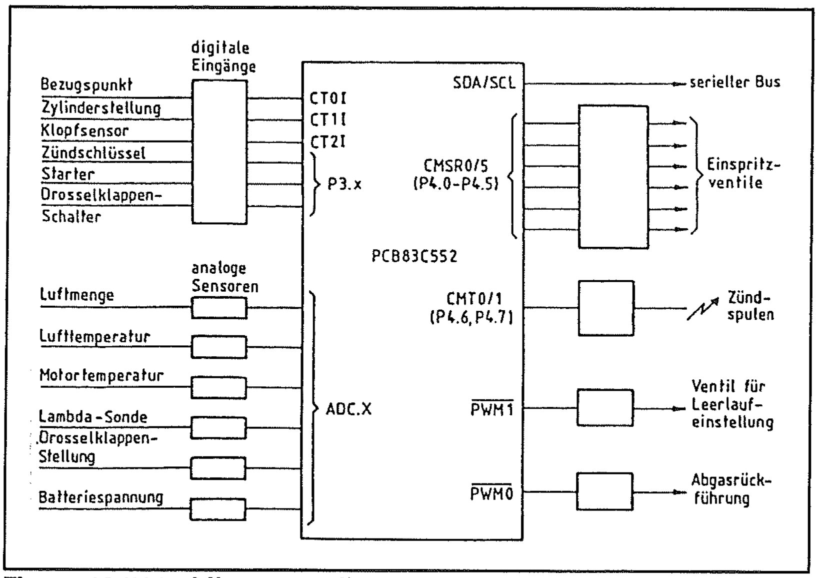
Microcel Een ronde spanningscel met als code LR03, een klemspanning van 1,5 V, een capaciteit van 750 mA/h en een gewicht van ongeveer 13 gram. Deze cel heeft een lengte van 44 m en een diameter van 10,5 m. Lees ook "Monocel, Ladycel en Mignoncel".

Microchannel Een computer-architectuur, ontwikkeld door IBM en bekend onder de benaming "MCA", zie aldaar.

Microcomputer Een IC dat alle functies in zich verenigt die noodzakelijk zijn voor het samenstellen van een rudimentair computer-systeem: CPU, bedrijfssysteem in ROM of EEPROM, data-geheugen in RAM, programma-geheugen in RAM, in- en uitgangspoorten. Dergelijke IC's treft men tegenwoordig in elektronisch apparaten zoals TV's, DVD-spelers en video-recorders aan, waar zij de bediening op een "gebruikersvriendelijke" manier regelen: menu's in diverse talen op het beeldscherm, opslag van zendergegevens, automatische zenderzoeksystemen, integratie van Videotex en zenderzoeksystemen, intelligente programmaselectie, etc.

Microcontroller Een IC dat minstens de volgende functies heeft: CPU, timer, geheugen, periferie-driver. De meeste microcontrollers hebben een data- en adres-bus met een breedte van 4, 8 of 16 bit en beschikken over 1 tot 4 kB programma-geheugen en 32 tot 256 B data-geheugen. Microcontrollers hebben meestal echter de mogelijkheid om extern geheugen te adresseren en te benaderen. Microcontrollers zijn in staat eenvoudige besturingstaken uit te voeren en vormen het hart van moderne consumenten-apparaten als auto's, draagbare telefoons, magnetrons, "intelligente" thermostaten en wasmachines. Van de meeste microcontrollers zijn maskergeprogrammeerde versies leverbaar. Bij deze IC's kan een deel van het geheugen tijdens de fabricage van de chip eenmalig met gegevens beschreven worden, zodat het mogelijk is een eenvoudig besturingssysteem in de chip onder te brengen. Als voorbeeld van de toepassing van microcontrollers is in figuur 10-598 het blokschema getekend van een maskergeprogrammeerde CB83C552 (Philips) die als mi-

crocontroller wordt gebruikt voor het regelen van de primaire functies van een benzinemotor in een bepaald automodel.



Figuur 10-598: Microcontroller.

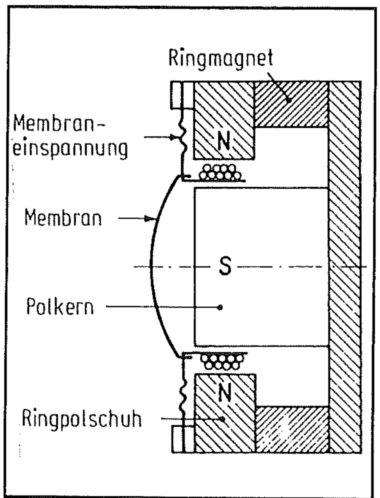
De grenzen tussen een microcomputer en een microcontroller zijn moeilijk te trekken. In het algemeen kan men stellen dat microcomputers veel "intelligenter" zijn dan microcontrollers en over een uitgebreider besturingssysteem beschikken.

Microfloppy De officiële benaming voor 3.5 inch floppies, in tegenstelling tot de minifloppies van 5.25 inch.

Microfoon Een elektronisch onderdeel dat geluidstrillingen van spraak en muziek omzet in een analoog signaal. Het amplitudeverloop van dit signaal is recht evenredig met de variaties in geluidsdruk, die het gevoelig oppervlak van de microfoon treffen. Officieel kan men een microfoon onderbrengen bij de categorie "elektro-acoustische transducers". Er zijn diverse soorten microfoons ontwikkeld, zoals:

- kool microfoon (zie aldaar);
- kristal microfoon (zie aldaar);
- condensator microfoon;
- elektromagnetische microfoon;
- elektret microfoon (zie aldaar);
- microfoon met bewegende spoel;
- band microfoon (zie voor werking band luidspreker).

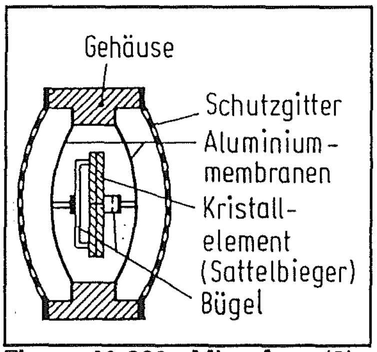
Toch kan men deze typen in drie categorieën verdelen. De eerste categorie werkt elektromagnetisch, waarbij de geluidsdruk de grootte van een magnetisch veld verstoort. Dit wisselend veld wekt in een spoeltje een spanning op. Het algemeen principe is geschetst in figuur 10-599. Het membraan vangt de geluidstrillingen op en is verend opgehangen. Het membraan is star gekoppeld aan een spoeltje dat tussen de polen van een permanente ringvormige magneet is opgehangen.
De drukverschillen in de lucht wekken krachten op het membraan op, zodat dit heen en weer gaat bewegen. Het spoeltje volgt uiteraard deze beweging. In een spoeltje, dat in een magneetveld beweegt, wordt echter een inductie-spanning gegenereerd. Deze spanning is recht evenredig met de snelheidsvariatie. In het spoeltje ontstaat dus een wisselspanning, waarvan de amplitude een recht evenredig verband heeft met de drukvariaties in de lucht.
De tweede categorie wekt volgens het piëzo-elektrisch effect. Materialen die aan dit effect onderhevig zijn zullen mechanische spanningen omzetten in elektrische spanningen. In de constructie van figuur 10-600 is een piëzo-ceramisch plaatje ingeklemd tussen twee aluminium membranen. De drukverschillen in de lucht brengen de membranen aan het trillen, deze trillingen worden overgedragen op het plaatje.
Als gevolg van het piëzo-elektrisch effect zal er over het plaatje een spanning ontstaan.



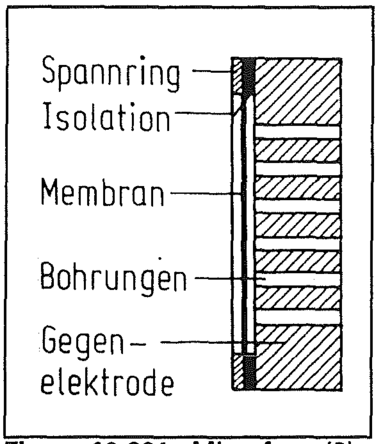
Figuur 10-599: Microfoon (1).

Bij de derde categorie wordt met een regelbare condensator gewerkt. De werking volgt aan de hand van de doorsnedetekening in figuur 10-601.

Ook nu is er weer een membraan, maar dit moet elektrisch geleidend zijn, bijvoorbeeld door er een dun goudlaagje op te dampen. Dit membraan is immers één plaat van de condensator. De andere elektrode is op een minimale afstand geïsoleerd van het membraan aangebracht. De lucht tussen het membraan en de tweede elektrode vormt het diëektricum van de condensator. Als het membraan gaat trillen, varieert de afstand tussen de twee elektroden en daarmee ook de waarde van de capaciteit. Uiteraard gaat het hierbij om minimale capaciteitsvariaties!

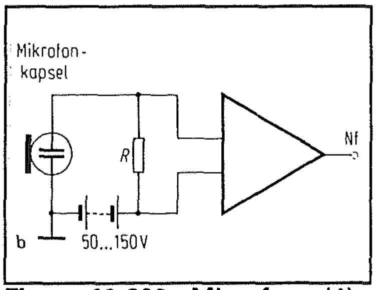


Figuur 10-600: Microfoon (2).



Figuur 10-601: Microfoon (3).

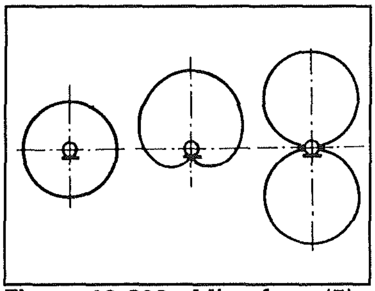
Het grote nadeel van een condensator microfoon is dat het onderdeel *geen spanning afgeeft*! Vandaar dat een dergelijk onderdeel steeds in een schakeling als gegeven in figuur 10-602 moet worden opgenomen. De microfoon staat in serie met een hoge weerstand R en een grote gelijkspanning. Als de waarde van de condensator varieert, zal het onderdeel meer of minder lading op kunnen nemen, met als gevolg dat er een stroom dor de kring gaat vloeien. Deze stroom wekt over de weerstand R een spanning op, die recht evenredig is met de opgevangen drukverschillen en verder versterkt kan worden.



Figuur 10-602: Microfoon (4).

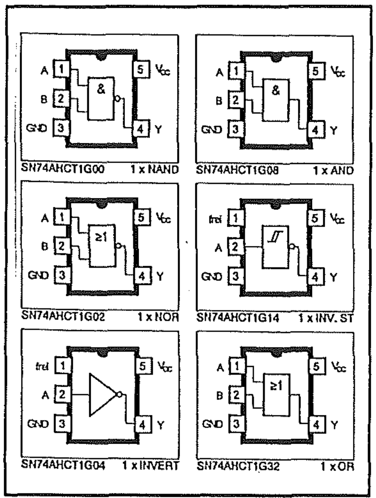
Het grote voordeel van een condensator microfoon is dat het membraan zeer dun en daardoor zeer licht en zeer beweeglijk is. Zelfs de kleinste drukverschillen in de lucht worden opgevangen.
Een microfoon wordt gespecificeerd door de volgende eigenschappen:

- Gevoeligheid:
  Dit is de verhouding tussen de door de microfoon gegenereerde spanning en de grootte van de geluidsdruk. De gevoeligheid wordt meestal in dB uitgedrukt.
- Frequentie-karakteristiek:
  Geeft de bandbreedte van de microfoon, waarbij voor iedere frequentie de uitgangsspanning wordt gemeten in dB gerefereerd naar een referentie-frequentie van 1 kHz.
- De impedantie:
  Is zeer afhankelijk van het werkingsprincipe en kan liggen tussen 100 Ω en tientallen kΩ. Bovendien is de impedantie in grote mate afhankelijk van de frequentie.
- Richtingsgevoeligheid:
  Dit is de gevoeligheid als functie van de invalshoek tussen de geluidsgolven en het membraan. Er zijn microfoons zie zeer richtingsgevoelig zijn en anderen, die zeer gevoelig zijn voor geluiden die uit alle richtingen komen. Deze specificatie is van groot belang, omdat zij een belangrijke rol speelt bij de keuze van de microfoon aan de hand van de praktijksituatie. In figuur 10-603 zijn drie veel voorkomende richtingskarakteristieken getekend, van links naar rechts cirkelvormig, niervormig en achtvormig.



Figuur 10-603: Microfoon (5).

Microgate Een poortschakeling die slechts één functie (AND, NOR, INVERT, etc.) bevat en is ondergebracht in een SMD-behuizing met slechts vijf pennetjes. Deze microgates worden zowel TTL- als CMOS-compatibel op de markt gebracht en zijn erg handig als men in een bepaalde schakeling maar één poortje nodig heeft. In figuur 10-604 zijn een paar TTL-compatibele Microgates voorgesteld.



Figuur 10-604: Microgate.

Microgolven Elektromagnetische straling met golflengte tussen 1 µm (infrarood) tot ongeveer 120 µm (radio golven). Deze golven worden bijvoorbeeld gebruikt in magnetrons voor het opwarmen van voedsel en voor data-communicatie over korte afstanden via golfgeleiders.

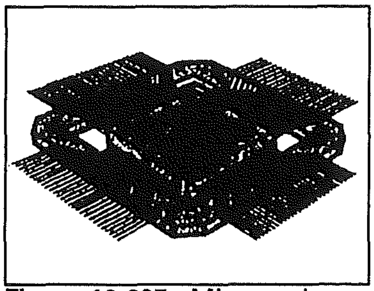
Microgroove Een Amerikaanse benaming voor de oude langspeel plaat met zijn snelheid van 33,3 toeren per minuut. De naam is ontstaan doordat de groef in het oppervlak, waarin de geluidsinformatie is gemoduleerd, een breedte heeft die het makkelijkst uit te drukken is in µm.

Micro-instructie Een instructie, die direct door een processor kan worden uitgevoerd, omdat deze deel uit maakt van de instructie-set van de processor. Alle instructies van hogere talen moeten uiteindelijk op de een of andere manier vertaald worden naar dergelijke micro-instructies.

MICROMELF Zie "MELF".

MicroMicron Een voornamelijk in Amerika gebruikt alternatief voor de officiële ISO-eenheid pm, oftewel pico-meter, symbool µµ. Eén µµF is dus gelijk aan een pF.

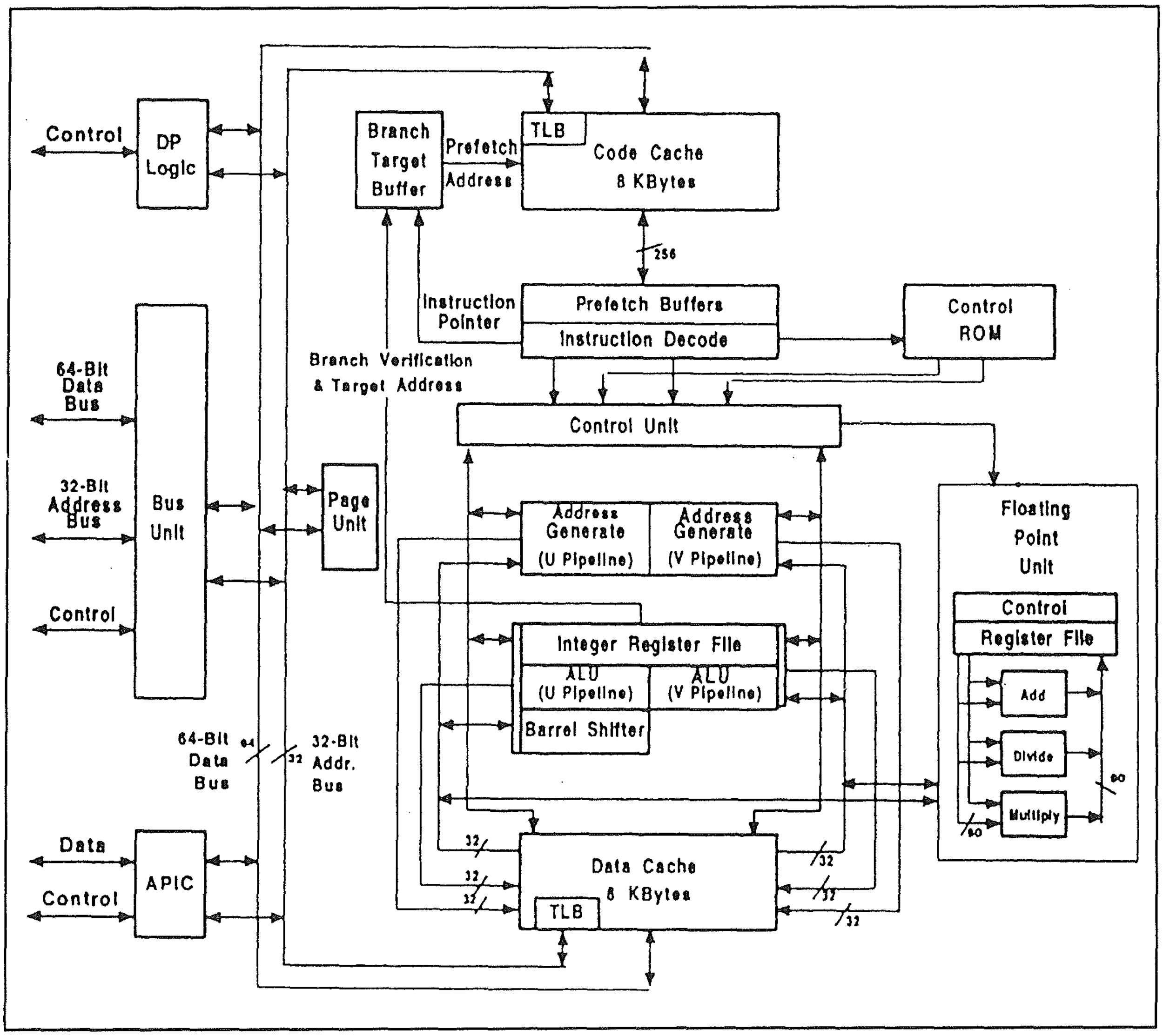
Micropack Een behuizing die wordt toegepast bij complexe SMD-onderdelen, die tot honderden aansluitingen hebben, zoals moderne videoprocessoren op grafische kaarten. Deze behuizing bestaat in wezen slechts uit de chip, die is gemonteerd op een uiterst dun plaatje ceramisch materiaal, waarop het aansluitingspatroon is opgedampt, zie figuur 10-605.



Figuur 10-605: Micropack.

Microprocessor Een schakeling die de volgende taken kan uitvoeren:
- interpreteren van instructies;
- uitvoeren van wiskundige basis-berekeningen;
- maken van logische beslissingen;
- manipuleren van bitstromen;
- adresseren van geheugens;
- in- en uitlezen van geheugens;
- genereren van timing- en besturingssignalen.

De voornaamste specificaties van een microprocessor zijn de breedte van de interne en externe adres- en data-bussen, zijn clocksnelheid en zijn instructie-set. Microprocessoren worden meestal ingedeeld in de groepen RISC en CISC, afkortingen die staan voor "Reduced Instruction Set Code" en voor "Complex Instruction Set Computer".
Bij RISC-processoren poogt men de verwerkingssnelheid op te voeren door uit te gaan van een zeer compacte instructie-set, terwijl bij CISC-processoren met een uitgebreide instructie-set wordt gewerkt.
De eerste schakeling die "microprocessor" genoemd kon worden werd in 1971 door Intel op de markt gebracht onder het typenummer 4004. Dit IC was in feite in opdracht ontwikkeld voor gebruik in een elektronische rekenmachine, waar werd ook vrij op de markt gebracht als een "programmable controller for logic replacement". Een programmeerbare schakeling, die in staat was logische schakelingen te vervangen. Dit was een 4 bit schakeling, hetgeen betekent dat dit IC vier bits data per keer kon verwerken. Het was Altair die deze schakeling inbouwde in de eerste als zelfbouw-pakket op de markt gebrachte computer en de aanzet gaf tot de stormachtige ontwikkeling die tot de moderne Pentium-gebaseerde "Personal Computer" (PC) geleid heeft.
Na de 4004 kwamen de 4040, 8080, 8086, 80186, 80286, 80386, 80486 en de Pentium-familie.
Andere fabrikanten zoals Motorola brachten en brengen concurrerende processoren op de markt, zoals de 6800, de 68x0 familie en de Power PC en niet te vergeten de Transputer-familie van InMos.
Het algemeen blokschema van een moderne microprocessor, in dit geval de Pentium, is voorgesteld in figuur 10-606.
Bij de Pentium processoren wordt gebruik gemaakt van een geavanceerde procestechnologie, waardoor afmetingen



Figuur 10-606: Microprocessor.

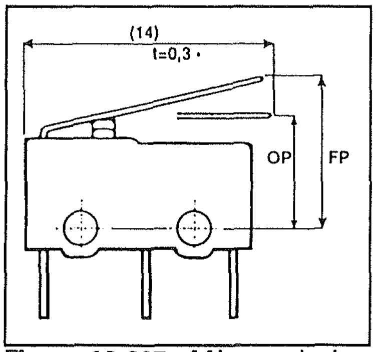
van minder dan 1 micron (één-duizendste van een millimeter) mogelijk zijn. De eerste Pentium's (60 en 66 MHz-typen) zijn gebaseerd op een 5 V, 0,8 micron technologie; de latere (75, 90, 100, 120, 133, 150, 166 en 200 MHz-typen) maken gebruik van de 3,3 V, 0,6 micron en zelfs 0,35 micron technologie.
Hoewel de steeds verbeterde Pentium-familie van telkens hogere frequenties gebruik maakt, blijft de systeembus tussen 50 en 66 MHz werken, zodat de prijs van het totale systeem laag kan blijven.
Alle Pentium processoren hebben een aantal innovatieve eigenschappen die zorgen voor een groot prestatievermogen, gekoppeld aan compatibiliteit, data-integriteit en de mogelijkheid tot opwaardering, zoals:
- superscalaire architectuur;
- aparte 8 kB code- en data-cache's;
- writeback MESI-protocol in de data-cache;
- dynamische branch voorspelling;
- gepijplijnde floating-point eenheid;
- verbeterde instructie-executietijd;
- 64 bit databus;
- buscyclus pijplijning;
- adres-pariteit;
- interne pariteitscontrole;
- functionele redundantie-controle;
- execution tracing;
- performance monitoring;
- IEEE 1149.1 boundary scan testing;
- system management mode;
- virtual mode extensies;

- opwaardeerbaar met een toekomstige Pentium Overdrive processor;
- multiprocessor ondersteuning;
- dual processing ondersteuning;
- SL power management;
- fractionele bus-operatie;
- on-chip lokale APIC.

Door de superscalaire architectuur van de Pentium processor is het mogelijk om meer dan één instructie per klokcyclus uit te voeren. De term "superscalair" heeft betrekking op een microprocessor-architectuur waarbij meer dan één executie-eenheid aanwezig is. Deze executie-eenheden of pijplijnen bevinden zich op de plek waar de CPU de data en instructies verwerkt die door de rest van het systeem worden toegevoerd. Pentium processoren hebben gescheiden cache's voor data en code op de chip.
Deze cache's werken als tijdelijke opslagplaatsen voor veel gebruikte instructies en data, waardoor het niet nodig is om telkens de chip te verlaten en naar het hoofdgeheugen van het systeem te gaan om informatie op te halen. De aparte cache's voorkomen busconflicten en zijn vaker beschikbaar als dat nodig is.
De Pentium processor bevat 16 registers die de toepassingsprogrammeur ter beschikking staan. Deze registers als volgt worden gegroepeerd:

- General Registers:
  Deze acht 32 bit registers kunnen vrij door de programmeur worden gebruikt.
- Segment Registers:
  Deze zes registers bevatten segment-selectors die betrekking hebben op verschillende vormen van toegang tot het geheugen. Er zijn bijvoorbeeld aparte segment registers voor de toegang tot code- en stack-ruimte. Deze registers bepalen op elk moment welke geheugensegmenten beschikbaar zijn.
- Status en Control Registers:
  Deze registers rapporteren de status van de processor en maken veranderingen hierin mogelijk.

Microschakelaar Een kleine, zeer gevoelige schakelaar, die reageert op zeer kleine krachten en vaak gebruikt wordt voor het detecteren van de eind-positie van een beweging in een apparaat. Sommige microschakelaars vergroten hun gevoeligheid door gebruik te maken van hefboompjes, zie figuur 10-607.



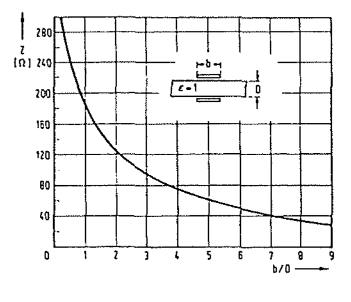
Figuur 10-607: Microschakelaar.

Microschakelaars worden tegenwoordig meer en meer vervangen door contactloze optische lichtsluizen. Deze bestaan uit een LED en een fotogevoelige diode, het al dan niet onderbreken van de infrarode lichtstraal tussen LED en diode kan elektronisch worden gedetecteerd.

MicroSoft De grootste leverancier van besturingssystemen en software voor de IBM-PC. Belangrijkste producten zij MS-DOS (MicroSoft Disk Operating System), MS Windows, Windows NT en tal van applicatie-programma's. MicroSoft werd in 1975 opgericht door Bill Gates en Paul Allen. De eerste commerciële ontwikkeling was een BASIC-versie voor de Altair-computer. De grote doorbraak kwam toen IBM in 1980 MicroSoft de opdracht gaf een besturingssysteem voor haar "Personal Computer" (PC) te ontwikkelen: MS-DOS. Door de open architectuur van de IBM-PC kwamen er snel ontelbare clonen-makers op de markt, die in de meeste gevallen MicroSoft's MS-DOS als operating system inhuurden. Bij de (zeer late) ontwikkeling van een grafische besturingsschil voor de IBM-PC leek in eerste instantie MicroSoft aan het kortste eind te trekken. Het concurrerende GEM van Digital Research was veel beter en stabieler dan de allereerste versies van MS-Windows. Echter, het marktoverwicht van MicroSoft was zo groot dat de meeste software-ontwikkelaars, systeembouwers en gebruikers er toch voor kozen MicroSoft trouw te blijven. De ontwikkeling van GEM werd gestopt, MS-Windows kon zijn glorieuze evolutie naar hét grafische besturingssysteem voor de IBM-PC beginnen.

Microstrip Een speciale manier van het aanleggen van sporen op een printbaan onder de vorm van transmissie-lijnen. Dit is van belang als zeer hoogfrequente signalen of snelle pulsvormige verschijnselen over een print gedistribueerd moeten worden. Men krijgt dan te maken met looptijden van de signalen door de sporen, specifieke impedanties en alle andere effecten die ook optreden bij de studie van transmissie-lijnen. Als voorbeeld is in figuur 10-608 het verloop van de golfimpedantie van een

microstrip getekend, die bestaat uit twee even brede koperen geleiders aan weerszijden van een printplaat geëtst. De verhouding tussen de breedte van de microstrip's en de onderlinge afstand is van grote invloed op de waarde van de golfimpedantie.



Figuur 10-608: Microstrip.

Middenfrequent Afkorting "MF", zie aldaar.

MIDI Letterwoord van "Music Instrument Digital Interface". Een op de RS-232 gebaseerde seriële bus, waarmee men gegevens naar en van computergestuurde muziekinstrumenten kan versturen. Het is een reeds in 1983 afgesproken internationale standaard, waarmee elektronische muziekinstrumenten met elkaar kunnen communiceren. Het woord "communiceren" doet denken aan "netwerk". De MIDI-standaard is inderdaad zo opgezet dat er gemakkelijk een muzikaal netwerk mee opgebouwd kan worden. Het systeem is gebaseerd op het vanouds bekende RS-232C protocol, waar tegenwoordig iedere computer via zijn seriële poort mee communiceert. Er zijn echter belangrijke hardware- en softwarematige verschillen tussen de RS-232C standaard en de MIDI-standaard.
De oorspronkelijke standaard heeft versienummer 1.0 en is zeer transparant en eenvoudig te begrijpen. Deze standaard biedt de mogelijkheid maximaal zestien apparaten aan de MIDI-bus aan te sluiten. Eerst kan men een MODE-instructie versturen, waarmee men:
- de daaropvolgende gegevens naar alle apparaten kan versturen;
- de daaropvolgende gegevens naar één specifiek apparaat kan versturen;
- de daaropvolgende gegevens naar één stem van een meerstemmig apparaat kan versturen.

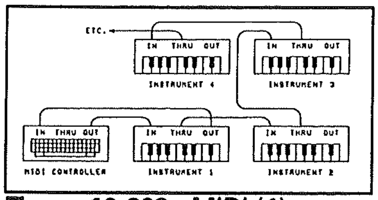
Nadien volgt een DATA-instructie, waarmee men:
- de toonhoogte van een noot kan bepalen;
- de tijdsduur van een noot kan vaststellen;
- de aanslagsterkte van een klaviertoets kan definiëren.

Helaas werd deze eenvoudige standaard snel ingehaald door de technologische ontwikkelingen. Vele apparaten kwamen op de markt, die veel meer mogelijkheden hadden dan de 1.0-standaard kon bieden. Diverse fabrikanten begonnen daarom op eigen houtje de standaard uit te breiden, waardoor er helaas van compatibiliteit al snel geen sprake meer was. Met het voor de hand liggende gevolg dat een MIDI-file, die door één componist voor zijn apparatuur is geschreven op andere apparatuur heel anders klinkt. Een prachtige gitaarsolo wordt opeens een picolo! Hetzelfde kan gebeuren als men een MIDI-file van een of ander gespecialiseerde Internet-site download.
Om weer wat eenheid in de standaard te brengen heeft men de zogenoemde "General MIDI"-standaard uitgebracht. Dank zij deze standaard kan men bepaalde instructies ondubbelzinnig aan bepaalde instrumenten koppelen. Zodat een DATA-byte, die bedoeld is voor het aansturen van een piano, altijd bij een piano zal terecht komen en nooit meer bij een drumbox.
De "General MIDI"-standaard is echter niet meer zo transparant als de oorspronkelijke 1.0-standaard. Men kan zelfs gerust stellen dat deze nieuwe standaard alleen na gespecialiseerde en grondige studie begrepen kan worden. Met deze uitgebreide standaard kan men bijvoorbeeld zaken besturen als:
- 128 preset's voor speciale geluidseffecten;
- "after touch", de drukgevoeligheid van sommige instrumenten;
- portamento-mogelijkheden;
- "pitch bend", het glijdend veranderen van de toonhoogte van een signaal;
- "breath control", de pneumatische controle van blaasinstrumenten;
- transposer-functies;
- diverse methoden van toonopwekking en -filtering, zoals VCO, DCO en VCF;
- besturen van omhullende generatoren;
- instellen van wiskundige algorithmes die op gegenereerde muziek toegepast kunnen worden;
- fase-, amplitude- en pulsbreedte-modulatie;
- "split keyboard".

De MIDI-standaard werkt met een seriële twee-draads verbinding en kent drie aansluitingen:
- "OUT";
- "IN";
- "THRU".

Dank zij de "THRU" kan men op een heel eenvoudige manier een muzikaal netwerk samenstellen. De basisconfigu-

ratie van een MIDI-systeem is getekend in figuur 10-609.



Figuur 10-609: MIDI (1).

De uitgang van de besturende controller-schakeling, dat kan een computer of een zogenoemde "sequencer" zijn, stuurt de gegevens via zijn "OUT" naar de "IN" van het eerste apparaat van de keten. De gegevens worden in het apparaat verwerkt en via de "THRU" van het eerste apparaat uit de keten verder doorgelust naar de "IN" van het tweede apparaat. Het eerste apparaat van de keten kan eventueel via zijn "OUT" gegevens terugkoppelen naar de "IN" van de controller. Dat is echter geen eis en er bestaan tal van MIDI-netwerken waar van deze mogelijkheid geen gebruik wordt gemaakt. De besturende schakeling wordt de "master-controller" genoemd, de overige apparaten de "slave's". Zoals reeds geschreven kan men in principe tot zestien verschillende apparaten op deze manier met de master verbinden. Dat kunnen synthesizers zijn, maar ook elektronische drumapparaten, rytmeboxen, etc. Het is dus mogelijk vanuit één master een volledig elektronisch orkest te besturen!

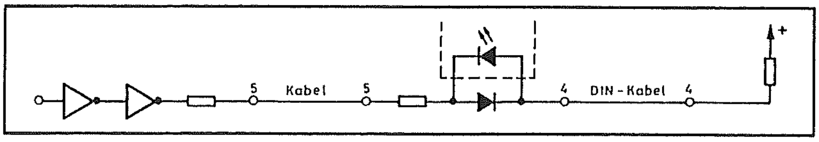
Het communicatie-protocol van MIDI is in principe niets meer dan een aangepaste versie van het standaard seriële protocol RS232C. Toch zijn er enige significante verschillen. Op de eerste plaats werkt MIDI met een snelheid van 31,25 kBaud, hetgeen aanmerkelijk sneller is dan de standaard 19,2 kBaud waarmee RS232C werkt. Toch is zelfs de snelheid van 31,25 kBaud voor sommige ingewikkelde netwerken te laag, waardoor er tijdvertragingen kunnen optreden tussen het uitzenden van een instructie en de reactie van een van de slave's. Dat probleem is echter technisch tamelijk eenvoudig op te lossen door het in het netwerk opnemen van een zogenoemde "star-expander".

Op de tweede plaats werkt de MIDI-standaard niet met spanningen, maar met stromen. De MIDI-hardware is op te vatten als een stroomlus, die een stroom van 5 mA door het netwerk stuurt. Een tweede belangrijk kenmerk is dat deze stroom in het ontvangende apparaat steeds door middel van een optische koppelaar wordt omgezet in een spanning. Dank zij deze optische koppeling bestaat er een volledige galvanische scheiding tussen de diverse apparaten die op het netwerk zijn aangesloten. Dat is zeer belangrijk, omdat het in praktische situaties vaak voorkomt dat niet alle apparaten via een geaard stopcontact aan elkaar hangen. Er kunnen dan tamelijk grote spanningsverschillen ontstaan tussen de chassis van deze apparaten. Zonder de volledig galvanische scheiding zou dit grote problemen kunnen veroorzaken! De basisopzet van deze optische stroomlus is getekend in figuur 10-610. Pen 4 van de "OUT" van de zender (rechts in de figuur) is verbonden met een positieve voedingsspanning. Deze pen gaat naar pen 4 van de "IN" van de ontvanger. Tussen deze pen en pen 5 van de "IN"-connector staat een optische koppelaar geschakeld.

Pen 5 van de "IN" van de ontvanger gaat via de kabel weer terug naar pen 5 van de "OUT" van de zender (links), waar meestal een open-collector poort staat die deze pen naar de massa trekt. Op dat moment gaat er stroom door de gesloten keten lopen en de LED uit de optische koppelaar licht op. Over de LED van de optische koppelaar is steeds een tweede diode geschakeld. Deze staat echter in sper ingesteld.

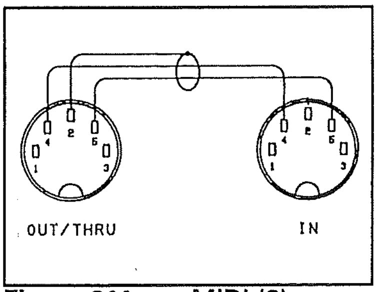
De belangrijkste eigenschap van de MIDI-stroomlus is dat gewerkt wordt met negatieve logica. De stroomlus moet uiteraard met spanningen gestuurd worden. In de meeste gevallen zullen dat de normale "L"- en "H"-signalen zijn van een computer, waarbij "L" staat voor een spanning kleiner dan 0,4 V en "H" voor een spanning groter dan +2,4 V. De stroom gaat door de keten lopen als er op de ingang van de open-collector poort een logische "L" wordt aangelegd.

Als gestandaardiseerde connector voor het MIDI-systeem heeft men gekozen voor de oude, vertrouwde 5-polige DIN-connector. De vijf pennen van deze connector staan, zie figuur 10-611, over een hoek van 180° verspreid. De pennen 1 en 3 worden niet gebruikt. De



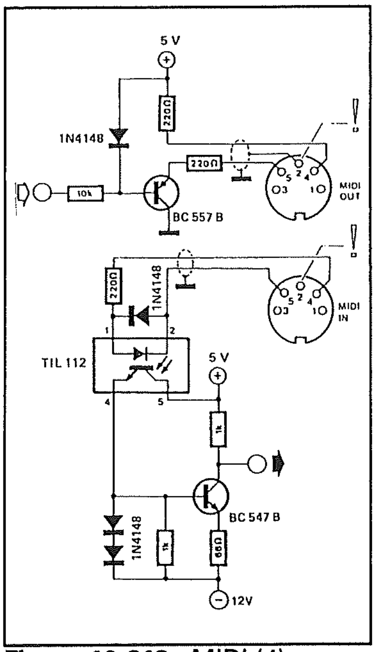
Figuur 10-610: MIDI (2).

twee pennen 4 en de twee pennen 5 worden simpelweg met elkaar verbonden. Let op dat sommige kant-en-klare DIN-kabels bedoeld zijn voor audiogebruik en kruiselings gekoppelde aansluitingen hebben. Dan gaat pen 4 van de ene connector naar pen 5 van de andere en vice versa. Deze kabels zijn dus niet geschikt voor het MIDI-protocol! Een tweede belangrijk punt is dat de afscherming van de kabel alleen bij de "OUT"- of "THRU"-kant verbonden wordt met pen 2 van de connector. Aan de "IN"-kant mag deze aarding niet aanwezig zijn! Alleen op deze manier kan de absolute galvanische scheiding tussen de diverse apparaten gegarandeerd worden.

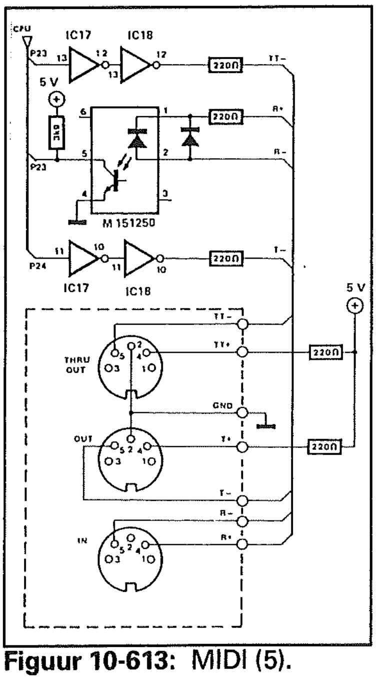


Figuur 611: MIDI (3).

In figuur 10-612 is een praktische elektronische vertaling van het principe van de stroomlus getekend. De +5 V gaat via een weerstand van 220 Ω naar pen 4 van de "OUT" van de master. Via de kabel komt het signaal op pen 4 van de "IN" van de slave. Vandaar gaat het signaal via een weerstand van 220 Ω naar de lichtgevende diode in de optische koppelaar TIL112. De kathode van deze LED gaat naar pen 5 van de "IN" van de slave en via de kabel terug naar pen 5 van de "OUT" van de master.



Figuur 10-612: MIDI (4).

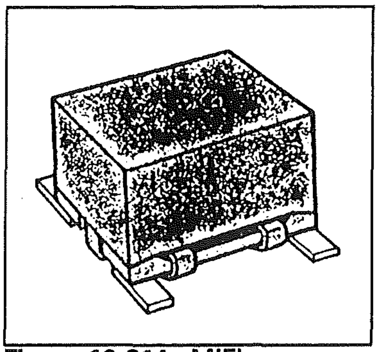


Figuur 10-613: MIDI (5).

Via een derde weerstand van 220 Ω gaat het signaal naar de collector van een PNP-transistor. De basis van deze transistor wordt via de diode 1N4148 met de +5 V voeding verbonden. In rust is er geen spanningsverschil aanwezig tussen de emitter en de basis en de transistor zal niet geleiden. Er vloeit geen stroom door de keten. Wordt de ingang echter naar "L" getrokken, dan zal er via de weerstand van 10 kΩ een stroom gaan vloeien door de basis-emitter overgang van de transistor. De halfgeleider gaat geleiden en de stroom vloeit door de keten. De LED in de TIL112 licht op. Deze stuurt de fototransistor in de koppelaar in geleiding. De positieve spanning die op de emitter ontstaat wordt via de transistor BC547B omgezet in een "L" op de collector. Een "L" op de stuuringang van de master heeft dus een "L" op de uitgang van de slave tot gevolg.
Het zal duidelijk zijn dat het niet zonder meer mogelijk is de "THRU"-connector in de stroomlus tussen de "OUT" en de "IN" op te nemen. Tussen de "IN" en de "THRU" moet een kleine interface worden opgenomen, die ervoor zorgt dat de primaire stroomlus een secundaire stroomlus genereert. In figuur 10-613 is een praktische schakeling getekend, die zowel de "OUT", de "IN" als de "THRU" vanuit drie lijnen van een microprocessor bestuurd.

MIFI Een vierpolige behuizing voor SMD-onderdelen, gebruikt voor het onderbrengen van spoeltjes, trafootjes, speciale opto-koppelaars, etc. De uitvoering van de MIFI-behuizing is getekend in figuur 10-614.

Mignon cel Een NiCad-cel met een capaciteit van 1,5 Ah en een klemspanning van 1,5 V. Gaat ook door het leven met de codering LR6. De diameter bedraagt 14 mm, de lengte 50 mm.



Figuur 10-614: MIFI.

Mil Een Amerikaanse lengte-eenheid die de basis vormt van de lay-out van printplaten. 1 mil = 10^{-3} inch = 0,0254 mm. De onderlinge afstand tussen de pootjes van een IC bedraagt 100 mil, dus 2,54 mm.

Miller-effect Het verschijnsel dat de ingangscapaciteit van een systeem (bijvoorbeeld een versterker) wordt vergroot door interne terugkoppeling in het systeem. De reële ingangscapaciteit is dus altijd groter dan deze die men aan de hand van de ingangsconfiguratie van het systeem zou verwachten.

Miller-oscillator Een kristaloscillator waarbij het kristal is geschakeld tussen de basis en de massa. Het afgestemde circuit staat in de collector. Zo te zien bestaat er geen terugkoppeling, hetgeen zoals bekend een absolute voorwaarde is voor het in stand houden en stabiliseren van de oscillatie. Het is echter het onzichtbare maar wél aanwezige Miller-effect (zie aldaar) dat verantwoordelijk is voor een capacitieve terugkoppeling tussen de collector en de basis.

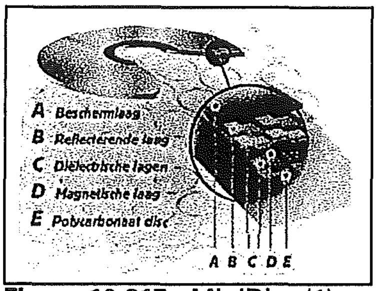
Minderheidsladingdragers De gaten in een type-N halfgeleider en de elektronen in een type-P halfgeleider.
De meerderheids/minderheidsladingsdragers ontstaan doordat men zuiver silicium dopeert met stoffen, waardoor er in de silicium-atomen ofwel een overschot aan elektronen ontstaat, ofwel een tekort aan elektronen.

Minicomputer Een tamelijk onduidelijk te definiëren begrip. In het algemeen noemt men apparaten minicomputers, als deze wat meer mogelijkheden en een grote verwerkingscapaciteit hebben dan de meeste microcomputers. In feite is dit een verouderd begrip, want de typische taken van minicomputers, zoals multi-tasking en multi-user, kunnen tegenwoordig door iedere standaard PC, voorzien van een goed besturingssysteem, uitgevoerd worden. Bekende minicomputers waren de PDP-1, de PDP-11 en de VAX van DEC.

MiniDisc Een medium voor de opslag van digitale audiogegevens, ontwikkeld door Sony. Het MiniDisk systeem heeft de concurrentie-slag met Philips' DCC (Digital Compact Cassette) glansrijk gewonnen. Beide systemen waren bedoeld als digitale opvolger van de aloude Musi-kassette. Het systeem van Philips is een zachte dood gestorven, het Sony systeem is, na een trage start, toch doorgebroken.
Het MiniDisk-systeem is rewritable, men kan dus zélf nummers opnemen, een groot voordeel vergeleken met Audio-CD. De voordelen van het systeem:

- perfecte digitale opnamekwaliteit;
- geen verouderingseffecten;
- bestand tegen hitte en stof;
- supersnel nummers zoeken;
- ongekende edit-mogelijkheden.

Elke MiniDisc bestaat uit een plastic schijfje met een reflecterende en een beschermende laag. Een recordable MiniDisc heeft bovendien nog een tussen twee diëlektrische lagen geplaatste magnetische laag, zie figuur 10-615.

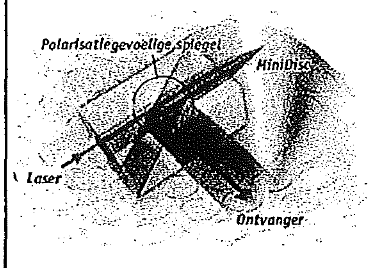


Figuur 10-615: MiniDisc (1).

De beschermlaag is extreem glad, om de hier vlak boven bewegende magneetkop en de MiniDisc tegen beschadigingen te behoeden. Bij een voorbespeelde MiniDisc is de muziek in de reflecterende laag geschreven, terwijl bij een recordable MiniDisc deze laag enkel een sporenpatroon bevat. Hierbij wordt het signaal namelijk in de magnetische laag opgeslagen. De diëlektrische lagen maken het lezen van deze informatie mogelijk.
De magnetische laag speelt, samen met de diëlektrische lagen, bij het opnemen de hoofdrol. Tijdens het opnemen verwarmt een laserstraal de magnetische laag tot 180 °C, om deze magnetisch "zacht" te maken. Met de magnetische kop, die zich precies boven de laserkop bevindt, kan de laag dan (opnieuw) worden beschreven. Bij het afkoelen wordt de nieuwe informatie weer magnetisch "hard". Door de in de reflecterende laag aangebrachte sporen raakt de laserkop de weg niet kwijt. Een voorbespeelde MiniDisc wordt volgens hetzelfde principe als de Compact Disc gelezen: een laserstraal wordt weerkaatst door de spiegelende laag van de MiniDisc.

(wordt vervolgd)

De in de reflecterende laag aangebrachte putjes beïnvloeden de hoeveelheid gereflecteerd licht, in het ritme van de opgeslagen informatie.
Bij de recordable MiniDisc wordt de laserstraal beïnvloed door het Kerr-effect: de door de magnetische laag beschreven diëlektrische lagen roteren de polarisatie van het gereflecteerde laserlicht. De wisselende polarisatie van de gereflecteerde laserstraal wordt door een zogenoemde "Polarization Beam Splitter" (zie figuur 10-616) omgezet in het digitale muzieksignaal.



Figuur 10-616: MiniDisk (2).

Een MiniDisc-deck is bijzonder eenvoudig te bedienen. Zo hoeft men bijvoorbeeld nooit een vrij stukje schijf op te zoeken voor een opname en ziet men op het display altijd hoeveel opnametijd nog beschikbaar is. Met de knip-, plak-, verplaats- en wis-functies kan men elke opname "editen". De vrijgekomen stukjes worden bij de volgende opname gewoon weer gebruikt, zodat er in totaal altijd 74 minuten muziek op een MiniDisc beschikbaar is. Met de functie "CD Synchro Recording" kan men in één keer een volledige CD opnemen, compleet met nummer-indexering.
De data transfer-rate is gelijk aan deze van de Audio-CD, hetgeen natuurlijk traag is vergeleken met de moderne magnetisch-optische media. Voor audio is dit echter geen probleem.
De voorbespeelde MiniDisk's kunnen op aangepaste Audio-CD persen gefabriceerd worden.

Minifloppy Een andere benaming voor de 5.25 inch diskettes. Deze naam was ooit een handelsmerk van Shugart Associates voor hun SA-400 opslagsysteem.

MINIMELF Zie "MELF".

MIPS (1) Afkorting van "Million Instructions Per Second". MIPS geeft het aantal bewerkingen weer dat een processor per seconde uitvoert. Wordt vaak, ten onrechte, gebruikt als maatstaf voor de kracht van een processor. Hier komen echter nog een heleboel andere factoren bij kijken.

MIPS (2) Afkorting van "Microprocessor without Interlocked Pipeline Stages". Is een bepaald soort RISC-architectuur, waarbij geen interlocks in de pijplijn niveaus kunnen optreden. Bekende processoren die volgens deze architectuur werken zijn de R2000- tot en met R4000-serie van Siemens.

Mirrorsite Een Internet-site die een exacte kopie is van een andere Internet-site. Mirrorsite's worden ingericht als de originele site zoveel bezoekers trekt dat de server overbelast raakt en bezoekers/sters eeuwen moeten wachten.

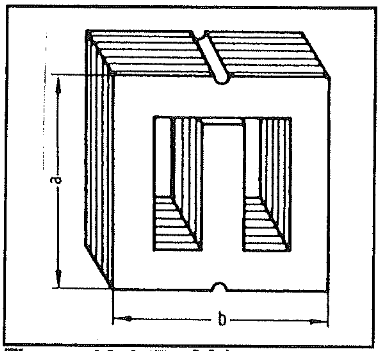
Mismatch Engels voor "slechte aanpassing". Mismatch treedt op als men twee schakelingen met elkaar verbindt, en de uitgangsimpedantie van de eerste schakeling sterk afwijkt van de ingangsimpedantie van de tweede. Als men bijvoorbeeld een voorversterker met een uitgangsimpedantie van 1 kΩ aansluit op een mengpaneel met een ingangsimpedantie van slechts 75 Ω, dan zal het grootste deel van het uitgangssignaal van de voorversterker verloren gaan in de uitgangsimpedantie van die schakeling en zal er nauwelijks signaal op de ingang van de mengversterker verschijnen.

MixedMode CD Een CD-ROM, die zowel audio-track's als data-track's bevat. Moderne Audio-CD spelers kunnen MixedMode CD's verwerken. Oude spelers kunnen dit niet, omdat zij de data-track's ook gaan uitlezen.

Mixer Engelse term voor "menger", zie aldaar.

MJPEG Afkorting van "Moving JPEG". Een compressietechniek die werd toegepast bij video. Ieder frame van de video-sequentie werd volgens de normen van JPEG (zie aldaar) gecomprimeerd en in de datastroom gevoegd. MJPEG werd vaak gebruikt in videograbbers, PC-kaarten waarop men een video-camera kon aansluiten en die de beelden in real time bewerkten. MJPEG is echter nooit gestandaardiseerd, hetgeen de verspreiding van het systeem niet ten goede kwam. Bovendien is MJPEG nu achterhaald, omdat men tegenwoordig met MPEG-compressie werkt.

M-kern Een speciale uitvoering van de MD-kern voor voedingstransformatoren. Het M-blik bestaat uit één stuk, waarbij slechts een kleine luchtspleet aanwezig is, zie figuur 10-617. De blikken worden om-en-om gestapeld, zodat de luchtspleten afwisselend aan weerszijden van de kern te vinden zijn. De codering zoals M-74, geeft de afmetingen in mm van de langste zijde van het blik.



Figuur 10-617: M-kern.

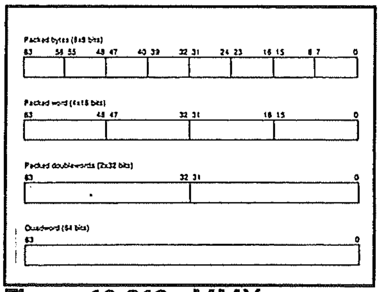
MKS Afkorting van "Meter, Kilogram, Seconde". Een eenhedenstelsel, waarin alle eenheden worden uitgedrukt in de drie fundamentele grootheden van de natuurkunde: lengte (meter), massa (kilogram) en tijd (seconde). Verder gebruikt men de afgeleide grootheden elektrische stroom (Ampère) en temperatuur (graden Kelvin). In het MKS-stelsel wordt de eenheid van elektrisch potentiaal, de Volt, uitgedrukt als $kg.m^2/A.s^3$

MMP Afkorting van "MultiMedia Protection Protocol". Een code, die in de data-stroom van MP3-audio wordt verweven en die copyright-informatie bevat. De voorspelde groei in de verspreiding van MP3-gecodeerde audio-informatie via algemeen toegankelijke kanalen als het Internet heeft auteursrechtelijke consequenties.
Muziek valt onder de auteurswet en mag niet zomaar gratis verspreid worden. Om dit probleem te ondervangen hebben de ontwerpers van MP3 MMP ingevoerd. Dit auteurs-protocol heeft de onderstaande opties:
- Unlocking playback:
  MP3-files kunnen zonder enige beperking worden afgespeeld op de eigen PC-configuratie.
- Copyright Protection:
  De audio-data kunnen voorzien worden van een bepaalde code, waardoor zij alleen in "real time" van een server naar een client kunnen worden gestuurd voor weergave in een WWW-browser, maar waarbij het onmogelijk is de datastroom op te slaan op de harde schijf van de client.
- Title Associated Data:
  De MP3-code wordt voorzien van gegevens over componist, uitvoerende(n) en auteursrechten. Deze gegevens worden in het venster van de MP3-player zichtbaar.
- Expire Date:
  Een uiterste gebruiksdatum kan in de MP3-data verweven worden. Nadien kan de file niet meer afgespeeld worden.

Opticom heeft een zogenoemde "MMP-tagger" ontwikkeld, die de MMP-gegevens in een MP3-stroom kan verwerken.

MMU Afkorting van "Memory Management Unit", een schakeling die virtueel geheugen en mapping naar dit geheugen ondersteunt en uitvoert. De voornaamste taak van een MMU is het vertalen van virtuele geheugen-locaties van de processor naar fysisch locaties die in het "echte" geheugen bestaan.

MMX Afkorting van "MultiMedia eXtensions", een technologie die geïntroduceerd werd bij de Pentium-processoren en tot doel heeft het versnellen van Multimedia-applicaties op de PC. De MMX-technologie is een uitbreiding op de bestaande Intel Architecture (IA) instructieset. Deze technologie maakt gebruik van een single-instruction, multiple-data techniek, waardoor meerdere data-elementen parallel worden verwerkt. De MMX-instructieset bevat 57 nieuwe opcodes, terwijl een nieuw 64 bit quadword data-type wordt gebruikt (zie figuur 10-618). De MMX-instructies kunnen werken met groepen van acht bytes, vier woorden en twee dubbelwoorden.
Deze groepen van 64 bit worden ***gepakte data*** genoemd. Dezelfde 64 bit data kan worden behandeld als één van de gepakte data-typen, waarbij de soort berekening afhankelijk is van de instructie. De PADDB (Add Packed Bytes) instructie telt bijvoorbeeld twee groepen van acht gepakte bytes bij elkaar op. De PADDW (Add Packed Words) instructie, die gepakte woorden optelt, zou met dezelfde 64 bit als de PADDB instructie kunnen werken, waarbij de 64 bit worden behandeld als vier 16 bit brede woorden.



Figuur 10-618: MMX.

Daarnaast zijn er acht nieuwe 64 bit MMX-registers, die stuk voor stuk direkt geadresseerd kunnen worden en genummerd zijn van MM0 tot en met MM7. De inhoud van deze registers wordt door het bedrijfssysteem op dezelfde manier behandeld als floating-point data. De MMX-registers worden gebruikt voor berekeningen aan data. Ze kunnen niet worden gebruikt om geheugen te adresseren; het adresseren gebeurt door de integer-registers en standaard IA adresseermodes toe te passen.

A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z

Mnemonic Een woord dat een ander begrip vervangt en dat beter onthouden kan worden dan het oorspronkelijke begrip. Zo hebben de meeste machine-code instructies een mnemonic. Maar ook de niet-te-printen karakters van ASCII maken gebruik van mnemonic's: NAK, ESC en DEL zijn mnemonic's voor de moeilijker te onthouden numerieke ASCII-codes.

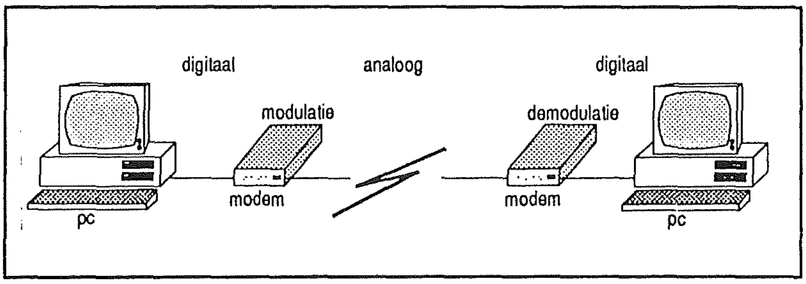
MOD-file Een bestandsformaat voor gedigitaliseerde audio, oorspronkelijk ontwikkeld voor de Commodore Amiga computer. Een MOD-file bestaat uit gedigitaliseerde geluidssamples, die tot patronen worden verzameld en op deze manier een stukje audio vormen.

MODE Een krachtige instructie uit MS-DOS, waarmee men de seriële poorten, de parallelle poorten en de beeldscherm uitvoer kan definiëren.

Mode In het algemeen een term, waarmee men de gekozen instelling van een apparaat of programma aanduidt. Een printer kan men bijvoorbeeld instellen in kleuren-mode of zwart/wit-mode.

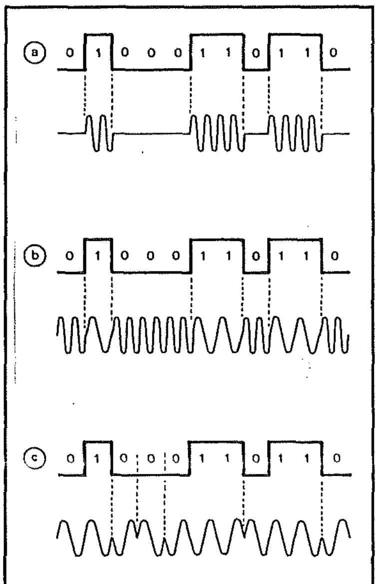
Mode bit Een indicatie-bit dat wordt gebruikt om de mode van een bepaald apparaat of schakeling te definiëren.

Modem Afkorting van "MOdulator/DEModulator". Een apparaat dat analoge signalen omzet in digitale en vice versa. Modem's vormen de basis van de moderne telecommunicatie: fax, Internet en ISDN zou niet mogelijk zijn zonder dergelijke apparaten! Modem's zijn noodzakelijk omdat het wereldwijde telefonie-net uitermate smalbandig is. Net goed genoeg voor het verstaanbaar analoog verzenden van menselijke spraak, maar daar houdt het dan ook mee



Figuur 10-619: Modem (1).

op. Het basisprincipe van communicatie via modem's is geschetst in figuur 10-619. Digitale signalen, "L"-en en "H"-en, worden omgezet in twee analoge signalen met diverse frequenties, die in de doorlaatband van het analoge PTT-netwerk liggen. Aan de ontvangerzijde worden deze toontjes gedecodeerd en weer omgezet in digitale signalen.
Tegenwoordig werken alle modem's echter full-duplex: communicatie kan tezelfdertijd in twee richtingen gebeuren. Hiervoor is het noodzakelijk dat er vier frequenties gedefinieerd worden: twee voor de ene modem en twee voor de andere modem.
Voor het omzetten van de digitale signalen in analoge signalen worden diverse modulatietechnieken toegepast: AM, FSK en DPSK. De fundamentele verschillen tussen deze technieken volgen uit figuur 10-620. Bij AM (a), amplitude modulatie, varieert de amplitude van de draaggolf met het logisch signaal. De eenvoudigste uitvoering is "on/off-keying", waarbij bijvoorbeeld de draaggolf wél wordt uitgezonden bij een H" en niet bij een "L". Bij FSK (b), frequency shift keying, wordt ieder logisch niveau vertaald naar een eigen frequentie in de doorlaatband van het telefoon netwerk. Bij full-duplex moeten dan vier frequentie gedefinieerd worden. Bij DPSK (c), differential phase shift keying, wordt met fase-verschuivingen gewerkt om de overgang van een "H" naar "L", "L" naar "H", "L" naar "L" of "H" naar "H" bit te definiëren. Tot slot bestaat er ook nog QAM, quadrature amplitude modulation, waarbij gewerkt wordt met een combinatie van amplitude- en fase-modulatie.



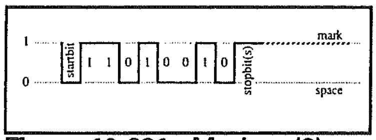
Figuur 10-620: Modem (2).

De belangrijkste eigenschap van een modem is de maximale transmissiesnelheid, uitgedrukt in Baud of bits per seconde (bps of b/s). Omdat er rond de grootheid Baud nogal wat

misverstanden bestaan kan men beter gebruik maken van de niet voor dubbele interpretatie vatbare grootheid bps. Moderne modem's kunnen werken met snelheden tot 56 kbps. Bij deze protocollen moeten compressie-, foutdetectie en foutherstelligs-algorithmen worden toegepast. Andere kenmerken van een modem zijn "Auto dial", waardoor het modem in staat is en nummer te draaien, "Auto call", waarmee het mode automatisch een verbinding tot stand kan brengen en "Auto answer", waarmee een modem volledig automatisch in staat is een binnen komend "gesprek" af te handelen. Dank zij deze drie functies kan men een computer met modem omvormen tot een volledig automatisch werkend antwoordapparaat. Moderne modem's ondersteunen tientallen communicatie-protocollen en zijn in staat elkaars mogelijkheden te onderzoeken ("Auto speed") en automatisch de door beide apparaten ondersteunde maximale snelheid te selecteren.

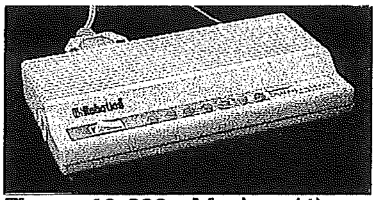
Uit de aard van het principe werken modem's serieel: de in een computer aanwezige parallelle data worden omgezet in een seriële datastroom. Omdat er maar één lijn ter beschikking is voor de data-overdracht moet de synchronisatie ingebouwd worden in de seriële code.

Vandaar dat het gebruikelijk is dat één uitgezonden byte niet alleen bestaat uit de acht bits van deze byte, maar vooraf wordt gegaan door een startbit en gevolgd door een stopbit, zie figuur 10-621. Bovendien wordt nog vaak een pariteitsbit verzonden, dat gebruikt wordt om de geldigheid van de ontvangen bits te controleren.



Figuur 10-621: Modem (3).

Modem's kunnen ingebouwd worden in een computer als insteekkaart of als extern apparaat aangesloten worden op een van de seriële bussen, zie figuur 10-622. In dat laatste geval is het apparaat uitgerust met een aantal LED's die de momentele functie van het apparaat aangeven.

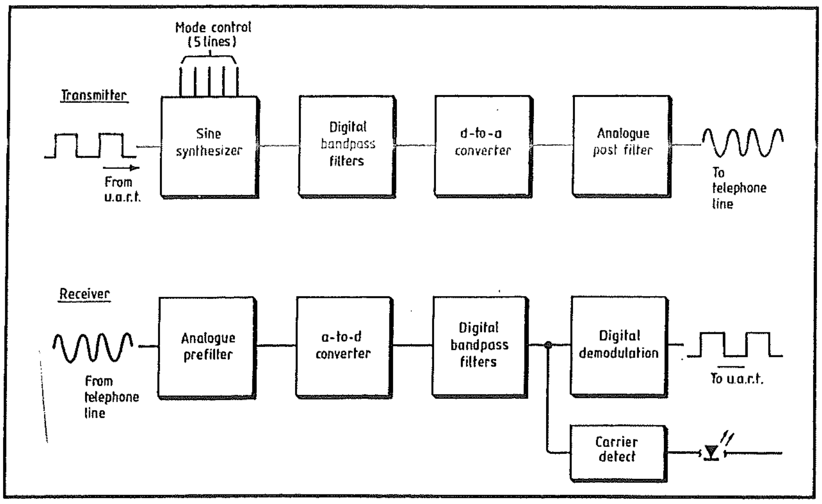


Figuur 10-622: Modem (4).

Het intern blokschema van een modem is getekend in figuur 10-623. In de bovenste figuur is de signaalweg getekend bij het zenden. De digitale signalen van de computer worden eerst door een UART omgezet in een seriële datastroom. Deze stroom stuurt een digitale sinus-synthesizer, die verantwoordelijk is voor de modulatie. De uitgang van dit blok is echter nog steeds een digitaal signaal. Omdat ieder modem diverse modulatie-schema's moet beheersen, wordt dit blok ook nog eens gestuurd door een aantal controlelijnen die voorschrijven welk soort modulatie moet worden toegepast. Nadien volgen digitale banddoorlaat filters, die de bandbreedte van de gegenereerde signalen precies vastleggen.

Via een digitaal naar analoog omzetter wordt het signaal omgezet in analoge sinussen, die via een nabewerkingsfilter naar de analoge PTT-lijn worden gestuurd.

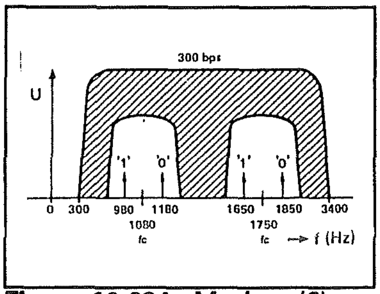
Bij het ontvangen (onderste schema) worden de sinussen eerst door aan analoge voorversterker gestuurd en nadien via een analoog naar digitaal omzetter gedigitaliseerd. Via digitale banddoorlaat filters ontdekt het systeem welke frequentie en/of fase er op een bepaald moment ontvangen wordt. Nadien volgt de digitale demodulatie, waarbij een seriële digitale data-stroom ont-



Figuur 10-623: Modem (5).

staat, die door een UART wordt omgezet in parallelle data die de computer kan verwerken.
Tot slot worden bekende modem-protocollen voor asynchroon en voor synchroon verkeer over PTT-lijnen nader bekeken.

- **V.21: 300 bps**
Het V.21 modem is ooit een zeer populair modem voor kieslijnen geweest. Met een snelheid van 300 bps full-duplex is het de afgelopen jaren voorbijgestreefd door andere modems uit de V-serie standaards. De bits worden overgebracht in de spraakband. Daarbij maakt V.21 gebruik van Frequency Shift Keying (FSK) rond twee frequenties. De lage band, gebruikt wordt door de opbeller, ligt rond 1.080 Hz. Een digitale "H" is 980 Hz en een digitale "L" is 1.180 Hz. De hoge band ligt rond 1.750 Hz, waarbij een "H" wordt uitgezonden op 1.650 Hz en een "L" op 1.850 Hz. Deze frequenties passen mooi in de doorlaatband van een analoge PTT-lijn, zie figuur 10-624.

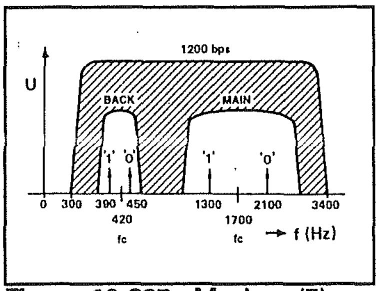


Figuur 10-624: Modem (6).

- **V.22: 1.200 bps**
De modemtypen die met 1.200 bps op kiesverbindingen full-duplex kunnen werken zijn samengenomen in de V.22 standaard. Door de technische mogelijkheden en door de vraag naar snellere verbindingen zijn verschillende 1.200 bps modems op de markt gebracht voor er een standaard was gedefinieerd. De V.22 standaard is daarom een beetje een ratjetoe geworden. De standaard voor full-duplex 1.200 bps is van oktober 1978. Er wordt Phase Shift Keying (PSK) als modulatietechniek voorgeschreven, in combinatie met dibit-codering. In deze standaard worden vijf wijzen van werken gedefinieerd.
I: synchroon, 1.200 bps
II: asynchroon, 1.200 bps, tekenlengte 8, 9, 10, 11 bits
III: synchroon 600 bps
IV: asynchroon, 600 bps, tekenlengte 8, 9, 10, 11
V: asynchroon, 1.200/0-300 bps.
Vervolgens zijn er drie verschillende modemtypen gedefinieerd:
$V.22^A$: gebruikt I, III
$V.22^B$: gebruikt I, II, III, IV
$V.22^C$: gebruikt I, II, III, IV, V
De speciaal voor computers bedoelde V.22 modems beperken zich echter vrijwel altijd tot asynchroon verkeer en voldoen derhalve aan geen van de drie genoemde typeringen.

- **$V.22^{bis}$: 1.200 en 2.400 bps**
V.22, vastgesteld in 1978, maakt gebruik van PSK en dibit-codering: in vier fasehoeken is de overgang naar de codes 00, 01, 10 en 11 vastgelegd.
Vier jaar later, in 1982, is door de CCITT een uitbreiding van de V.22 standaard vastgesteld: $V.22^{bis}$. De oorzaak van het zo snel uitbreiden van de standaard was gelegen in de snelle ontwikkeling van de moderne elektronica. $V.22^{bis}$ maakt gebruik van quad-bit codering: de databits worden in groepen van vier behandeld. Van een kwartet bits worden er twee bepaald door de fase (zoals in V.22) en twee door de amplitude. In $V.22^{bis}$ worden verschillende wijzen van werken onderscheiden:
mode I: synchroon, 2.400 bps
mode II: asynchroon, 2.400 bps
mode III: synchroon, 1.200 bps
mode IV: asynchroon. 1.200 bps
De snelheid van 1.200 bps is bedoeld voor situaties waarin blijkt dat de lijn te slecht is voor 2.400 bps. Het terugvallen op een lagere snelheid wordt "fall-back" genoemd. $V.22^{bis}$ modems regelen automatisch, in onderling overleg, welke snelheid wordt gekozen. Voor computers zijn ook $V.22^{bis}$ modems meestal beperkt tot asynchroon verkeer.

- **V.23: 1.200 bps**
Een al even verouderde standaard die werd toegepast in services als "Prestel" en "Viditel". De verdeling van de vier frequenties volgt uit figuur 10-625. V.23 kan ook met 75 Baud werken, een kanaal dat gebruikt wordt voor besturingsdoeleinden.



Figuur 10-625: Modem (7).

- **V.24**
Deze standaard volgt de originele RS232C specificaties. Er worden drie groepen onderscheiden, die met verschillende frequenties werken:

Groep A: 920, 1.000, 1.080 en 1.160 Hz
Groep B: 1.320, 1.400, 1.480 en 1.560 Hz
Groep C: 1.720, 1.800, 1.880 en 1.960 Hz

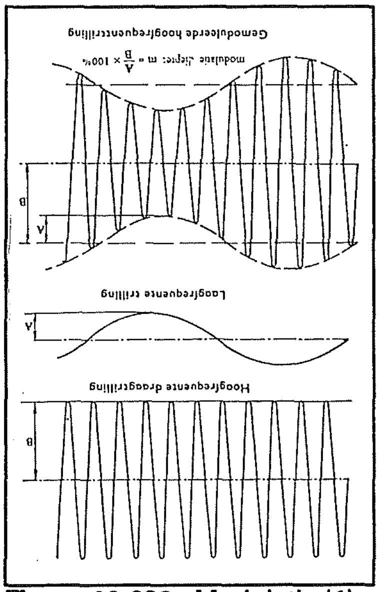
- **V.27: 4.800 bps synchroon**
De V.27 standaard is vooral ontworpen met het oog op de huurlijnen die de PTT's in de verschillende landen kunnen leveren. De eerste versie van de standaard (V.27) voorziet in handmatig in te stellen equalizers. Latere versies, zoals V.27ter, voorzien in automatische vereffening (automatic equalization) en in adaptief gedrag. De modems passen zich dynamisch aan veranderingen in de verbindingskarakteristiek aan. De V.27 standaards voorzien in een 75 bps retourkanaal dat dient voor uitwisseling van besturingsinformatie tussen de modems onderling.
- **V.29: 9.600 bps synchroon**
De V.29 standaard is vooral ontworpen met het oog op de vaste lijnen van hoge kwaliteit die de PTT's in de verschillende landen kunnen leveren. Het is een veelgebruikte standaard bijvoorbeeld voor faxapparatuur! De voorziene bedrijfssnelheid is 9.600 bps, maar V.29 voorziet in fall-back snelheden van 7.200 bps en 4.800 bps. De V.29 modems werken met quad-bit codering, amplitude- en faseveranderingsmodulatie gemengd.
- **V.32: 9.600 bps**
Deze standaard staat bidirectionele transmissie toe met een maximale snelheid van 9.600 bps, eventueel te verlagen tot 4.800 bps. Er wordt geen gebruik gemaakt van vier frequenties, maar er wordt een wiskundig algoritme toegepast dat rekening houdt met de verschilfrequenties tussen zendend en ontvangend modem.
- **V.32bis: 14.400 bps**
Een uitbreiding van de V.32 standaard, die werkt met snelheden van 7.200, 12.000 en 14.400 bps.
- **V.32ter: 19.200 bps**
Door diverse modemfabrikanten ingevoerde eigen implementatie van V.32bis, met een maximale snelheid van 19.200 bps.
- **V.34: 28.800 bps**
Diverse modem-fabrikanten ontwikkelden eigen technologieën voor snelle modem's die samengevat werden met de benaming "V.FAST". De internationale standaardisatie-commissie volgde deze ontwikkelingen door het definiëren van de V.34 standaard, die kan werken met snelheden van 2.400, 2.743, 2.800, 3.000, 3.200, 3.429, 7.200, 12.000, 14.400, 19.200 en 28.800 bps.
- **V.35: 48.000 bps**
De TU-T standaard voor communicatie met een maximale snelheid van 48 kbps.
- **V.42**
Een ITU-T protocol voor foutcorrectie in het verkeer tussen twee modem's.
- **V.42bis**
Een aanpassing van V.42, waarbij compressie op de data-stroom wordt toegepast.
- **V.90: 56 kbps**
Bij deze technologie wordt gebruik gemaakt van twee verschillende datasnelheden. Men gaat uit van het gegevens dat een groot deel van een modern PTT-net digitaal werkt. In één richting wordt met 33,6 kbps gewerkt, in de andere met 56 kbps. Aan de server-zijde moet een digitaal modem staan, dat via een digitale telefoonlijn (ISDN) de gegevens zo ver mogelijk digitaal naar de client zendt. Vandaar dat in deze richting gewerkt kan worden met de hoge snelheid van 65 kbps. Alleen het laatste stuk van de verbinding, van een onderstation naar de client, gaat analoog. De client zendt de gegevens analoog naar de server en dit gaat met de lagere snelheid van maximaal 33,6 kbps. Dit is niet erg, omdat in de praktijk het toch zo is dat er meer gegevens van de server naar de client worden verstuurd dan andersom.
- **FAX-modems**
Twee met elkaar communicerende faxen wisselen informatie digitaal uit en moeten dus gebruik maken van modem's. Vrijwel alle faxen zijn "group 3" faxen (G3), door CCITT rond 1980 in hun T.4-standaard gedefinieerd. Voor de volledigheid: group 1 en 2 faxen zijn analoge systemen die niet meer voorkomen, group 4 faxen zijn bedoeld voor ISDN en worden dus nog maar zelden aangetroffen. De meeste fax-apparaten zijn uitgerust met een V.29 modem.

MODULA Afkorting van "MODUlar LAnguage". Een hogere programmeertaal, afgeleid van PASCAL, werkende op basis van modules. Deze modules bevatten ieder een set van aan elkaar gerelateerde routines en data-structuren, die volledig afgeschermd zijn van het hoofdprogramma.

Modulatie (1) In de muziek betekent modulatie het veranderen van de toonhoogte, zoals in een melodie het veranderen van de klank van de tonen, door variatie van de boven harmonischen of het veranderen van de toonsoort. Dit resulteert

in de verandering van de geluidstrillingen en van de vorm van de daardoor uitgezonden geluidsgolven. Men kan dus zeggen dat modulatie het veranderen van een trilling of golfbeeld is.

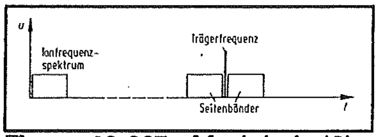
Modulatie (2) Als omschreven in (1) is het begrip modulatie overgedragen op de radiotechniek, waar men niet met zich voortplantende geluidsgolven te doen heeft, maar met elektromagnetische golven. Modulatie is het proces dat gebruikt wordt om met behulp van een hoogfrequente trilling een signaal, dat in een veel lager frequentiegebied ligt, over te brengen van de ene plaats naar de andere. Dit proces wordt toegepast bij uitzendingen van omroep- en televisieprogramma's, facsimile, bij draaggolftelefonie enz. Bij draadloze verzending door middel van een antenne is de afstand die overbrugd kan worden met hoogfrequente trillingen in het algemeen zeer veel groter dan bij gebruik van laagfrequente trillingen, omdat de mate van uitstraling van elektromagnetische golven door een antenne evenredig is met het kwadraat van de frequentie. Indien men het gesproken woord of de muziek, waarvan het frequentiespectrum tussen 20 Hz en 20.000 Hz ligt, per radio zou willen uitzenden en deze na versterking aan een antenne had toegevoerd, zou men volgens bovenstaande kwadratische wet niet alleen een zeer ongelijkmatige, maar ook een zeer onvoldoende uitstraling van het over te brengen frequentiespectrum verkrijgen. Men past nu een kunstgreep toe en "ent" de laagfrequente trillingen op een trilling van veel hogere frequentie die de laagfrequente trillingen als het ware op haar reis door de ether meesleept: modulatie. Aan de ontvangzijde moet men het laagfrequente signaal weer reproduceren. Men moet zich daartoe ontdoen van de hoogfrequente trilling. Dit proces wordt detectie of demodulatie genoemd. De hoogfrequente trilling fungeert dus als drager van het laagfrequente signaal en wordt dan ook de "draaggolf" genoemd. Als minimumwaarde voor de draaggolf frequentie wordt voor radio 100.000 Hz gekozen, overeenkomend met een maximale golflengte van 3.000 m. Bij televisie ligt de minimum draaggolf frequentie in verband met de veel hoger over te brengen video frequenties, die bij bepaalde systemen tot ongeveer 10 MHz lopen, aanmerkelijk hoger en wel bij ongeveer 40 MHz, goed voor een golflengte van 0,7 m.
Hoewel de uitstraling door een antenne bij deze zeer hoge frequenties groot is, worden de afstanden die met deze frequenties overbrugd kunnen worden als gevolg van de kromming van het aardoppervlak praktisch bepaald door het optisch zicht.
In principe vindt modulatie plaats door de amplitude, de frequentie of de fase van de draaggolf te beïnvloeden op het ritme van de laagfrequente informatie. Men spreekt dan ook van amplitude-, frequentie- en fasemodulatie, respectievelijk afgekort tot AM, FM en FSK. De meeste toepassing vindt amplitude- en frequentiemodulatie.
Een voorbeeld van AM is getekend in een figuur 10-626. De modulatiediepte (m) wordt gedefinieerd als de verhouding van het halve verschil tussen maximum en minimum amplitude van de gemoduleerde draaggolf tot de gemiddelde amplitude hiervan. In figuur 10-626 is m = A/B. De modulatiediepte wordt meestal aangegeven in procenten. Is A = B, dan is de modulatiediepte 100 % en de draaggolf wordt dan volledig benut.



Figuur 10-626: Modulatie (1).

Men kan wiskundig aantonen, dat bij amplitudemodulatie niet alleen de draaggolf uitgezonden wordt, maar ten gevolge van de modulatie ook zogenoemde zijbanden, waarvan de frequenties aan weerszijden van de draaggolf in het frequentiespectrum gelegen zijn. Moduleert men een zender met een draaggolffrequentie van 1 MHz (300 m) met laagfrequente trillingen, die om praktische redenen niet hoger worden gekozen dan 4 kHz, dan ontstaan aan weerszijden van de draaggolffrequentie de zijbanden, en het door de zender in beslag genomen frequentiegebied loopt dan van 1 MHz - 4,5 kHz tot 1 MHz + 4,5 kHz. De totale in beslag genomen bandbreedte is dan

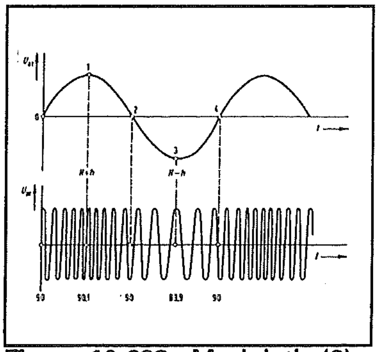
9 kHz. Vandaar dat in het middengolfgebied, dat van 300 kHz tot 3 MHz loopt en dus een spectrum beslaat van 2,7 MHz, slechts een 300-tal omroepzenders hun plaats kunnen vinden, wil de ene zender niet door zijn nabuur in het frequentiespectrum gestoord worden. In figuur 10-627 is de voorgaande theorie in beeld gebracht: men ziet links het audio frequentiebereik dat wordt gemoduleerd en rechts de draaggolf met de twee zijbanden.



Figuur 10-627: Modulatie (2).

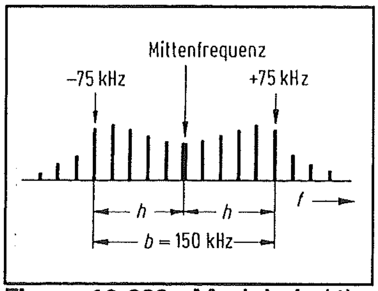
In figuur 10-628 is een voorbeeld getekend van FM, frequentie modulatie. Men ziet duidelijk hoe de frequentie van de draaggolf nu varieert op het ritme van het te moduleren LF-signaal.
Zoals duidelijk blijkt, wordt bij FM gewerkt met een constante amplitude. Dit biedt erg grote voordelen wat betreft het onderdrukken van storingen. Stoorpulsen van bijvoorbeeld de bliksem kunnen frequenties hebben die in het draaggolfgebied van een zender liggen. Deze pulsen uiten zich door grote amplitudesprongen in het signaal. Bij AM worden deze gedemoduleerd en zorgen voor krakende geluiden in de ontvangst. Bij FM wordt alleen de frequentie-afwijking gedemoduleerd en de grote amplitudestoringen hebben geen invloed op de demodulatie. FM garandeert dus een vrijwel storingsvrije ontvangst van het signaal, reden waarom FM AM vrijwel volledig verdrongen heeft.

Ook bij FM spreekt men van modulatiediepte, maar die wordt meestal uitgedrukt als de maximale frequentieafwijking van de draaggolffrequentie, zoals bijvoorbeeld +/-50 kHz.
Bij FM is het gebruikelijk om de maximale frequentie-afwijking van de draaggolf ongeveer een factor vijf groter te maken dan de maximale frequentie van het uit te zenden signaal. Zendt men dus een audio-signaal uit met een maximale frequentie van 15 kHz, zoals bij FM-radio gebruikelijk is, dan stelt men de maximale frequentiezwaai op 75 Hz.



Figuur 10-628: Modulatie (3).

Wiskundig kan men berekenen dat ook bij het uitzenden van FM niet alleen de gemoduleerde draaggolffrequentie wordt uitgezonden, maar een heleboel zijbandjes, die aan weerszijden van de draaggolf liggen, zie figuur 10-629.
De bandbreedte van een FM-zender bedraagt vanwege deze zijbanden ongeveer 150 kHz. De aan FM-radio toegewezen band loopt van 87,5 MHz tot 104 MHz. In deze 16,5 MHz kunnen dus maximaal 110 FM-zenders ondergebracht worden. Behalve de besproken modulatie-vormen kan men ook impuls-modulatie toepassen. Men zendt dan onderbroken draaggolven uit.



Figuur 10-629: Modulatie (4).

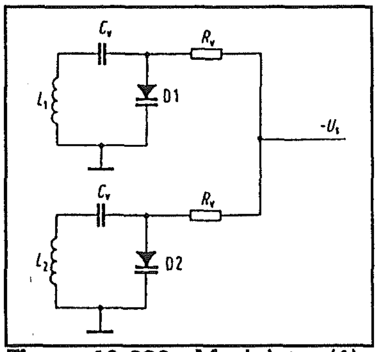
Hierbij kan men natuurlijk behalve de amplitude-, frequentie- of fasemodulatie nog andere mogelijkheden toepassen, zoals het variëren van de duur van de impulsen met de modulatie (impulsduur modulatie) of het variëren van het tijdstip van de impulsen (impulstijd modulatie).
Modulatie bij televisie-uitzendingen geschiedt op twee draaggolven, één voor het samengestelde beeld-signaal (de beelddraaggolf) en één voor het geluid (de geluiddraaggolf). Voor het beeldsignaal wordt amplitude modulatie gebruikt met onderdrukking van een deel van een van de twee zijbanden (restzijband systeem). In landen die het 625-lijnen C.C.I.R.-systeem volgen wordt, evenals bij het Amerikaanse televisiesysteem, negatieve modulatie gebruikt. D.w.z. dat met grotere helderheid een kleinere amplitude van het hoogfrequente signaal correspondeert. Engeland en Frankrijk gebruiken daarentegen positieve modulatie, waarbij dus een grotere helderheid met een grote amplitude van het hoogfrequente signaal overeenkomt. Een voordeel van negatieve modulatie is een kleinere gevoeligheid voor storingen van impulskarakter. Positieve modulatie laat echter soms iets eenvoudiger synchronisatieschakelingen toe. Door een goede ont-

vangerconstructie zijn beide systemen praktisch gelijkwaardig te maken. Met een gegeven zender kan men bij negatieve modulatie de zender wat verder uitsturen, wat een winst van ongeveer 30 % in topvermogen mogelijk maakt. Automatische sterkteregeling in de ontvanger is ook gemakkelijker te realiseren met negatieve dan met positieve modulatie.
Bij de geluiddraaggolf heeft men de keuze tussen amplitude modulatie en frequentie modulatie. Engeland en Frankrijk gebruiken amplitude modulatie, de andere landen frequentie modulatie.

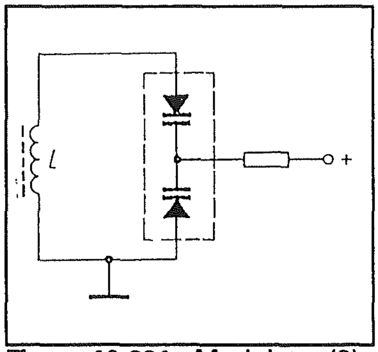
Modulatie coëfficiënt De eenheid waarmee men de mate van modulatie uitdrukt met als symbool m, zie "Modulatie".

Modulatie spectrum De totale frequentieband die een gemoduleerd signaal in beslag neemt, zie "Modulatie".

Modulator Een schakeling die het proces van moduleren (zie aldaar) uitvoert. Bij FM-modulatoren wordt meestal gewerkt met varicap-dioden, die de afgestemde kring(en) van een HF-oscillator verstemmen op het ritme van het LF-signaal. Het principe is geschetst in figuur 10-630. Uit een vrij hoge voedingsspanning (ongeveer 50 V) wordt een zeer stabiele spanning van ongeveer -30 V afgeleid. Op deze spanning wordt de LF-informatie U_S gemoduleerd. De gemengde spanning wordt via hoog-ohmige weerstanden R_V met de anoden van de varicapdioden verbonden.
Deze dioden staan parallel aan de twee afgestemde kringen van de HF-oscillator. De weerstanden zorgen voor een goede ontkoppeling tussen de verschillende kringen onderling en verhinderen dat de kringen worden belast door de vrij lage impedantie van de stuurspanning. De dioden worden dus in sper gestuurd, hetgeen noodzakelijk is omdat immers de spercapaciteit van de dioden wordt gebruikt om de kringen af te stemmen. Bij varicapdioden is deze spercapaciteit in hoge mate afhankelijk van de grootte van de sperspanning tussen anode en kathode.
Om te verhinderen dat de stuurspanning via de zeer lage gelijkstroomweerstanden van de spoelen afvloeit naar de massa, moeten de varicapdioden steeds via een seriecondensator over de spoel geschakeld worden. Deze condensatoren hebben een hoge waarde, zodat zij in feite te verwaarlozen zijn ten opzichte van de veel en veel lagere waarde van de spercapaciteit van de varicap's. Bij serieschakeling van condensatoren wordt immers de vervangingswaarde bepaald door de kleinste condensator!
Het afstemmen met één varicap per afgestemde kring heeft een groot nadeel. In de afgestemde kringen ontstaan vrij grote hoogfrequente wisselspanningen, die ook over de varicap komen te staan. Deze wisselspanningen moduleren de stuurspanning van de varicap's zodat de spercapaciteit gemoduleerd gaat worden! Met als rechtstreeks gevolg dat de modulatiefrequentie gaat variëren op het ritme van de momentele waarde van de HF-spanning! De modulatie verloopt niet meer lineair. Dat probleem kan voorkomen worden door de amplitude van de HF-spanningen die over de varicap's kunnen ontstaan kunstmatig te beperken tot ongeveer 80 mV. Maar dit heeft weer andere nadelen. Vandaar dat in zeer lineair werkende FM-modulatoren per afgestemde kring twee varicap's worden toegepast. Het principeschema van een dergelijke oplossing is getekend in figuur 10-631.



Figuur 10-630: Modulator (1).



Figuur 10-631: Modulator (2).

Doordat de twee varicap's in anti-serie zijn geschakeld zullen de HF-signalen tegengesteld invloeden op beide dioden uitoefenen, zodat de twee effecten elkaar opheffen en de genoemde nadelen niet ontstaan.

Module Benaming voor een afgerond onderdeel van een groter systeem, waarmee met "afgerond" wordt bedoeld dat het onderdeel zelfstandig een bepaalde deeltaak kan uitvoeren.

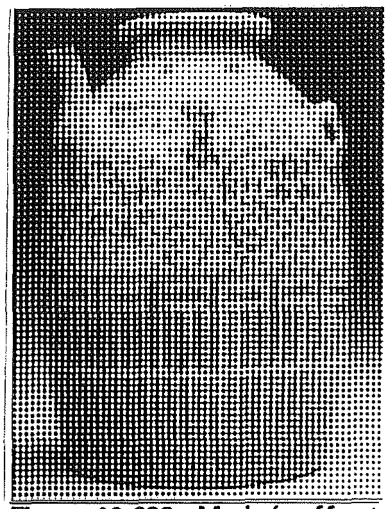
Moduvox Een in opdracht van de Nederlandse PTT ontwikkeld apparaatje, waarmee men analoge apparatuur kan blijven gebruiken op een ISDN-

aansluiting. De Moduvox is dus een zogenoemde "A/B-adapter" met een standaard ISDN-connector (type RJ-45) als ingang en twee standaard telefoonconnectoren (type RJ-11) als uitgang.

Moeder De meestal via optisch-chemische weg verkregen "stempel" waarmee men CD's perst. De moeder bestaat uit een glazen plaatje, waarin de nokjes en putjes die de digitale gegevens bevatten geëtst zijn. Met deze matrijs worden de gegevens in het materiaal van de CD's geperst.

Moederbord De basisprint van een computer, waarop in ieder geval aanwezig zijn: de processor en zijn besturing, de bussen en hun besturing, de perifere schakelingen (zoals timer, etc) en het basisgeheugen waarin de opstartprocedure zit vastgelegd. Via de busconnectoren kan men het moederbord uitbreiden tot een werkend systeem door er uitbreidingskaarten en extra geheugen in de pluggen. Moderne moederborden bevatten echter veel meer schakelingen, zoals geïntegreerde video-aansturing, geluidskaart, modem, floppy en hard disk controller en besturing van de parallelle, seriële en USB-poorten.

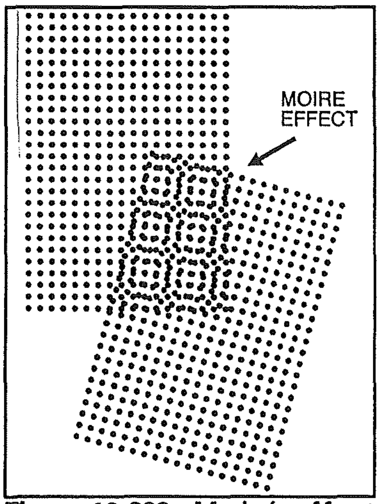
Moiré-effect Het ongewenste effect dat ontstaat als men met een laser of inkjet printer twee rasters over elkaar heen afdrukt onder een bepaalde hoek. Een printer, of het nu een laser of een inkjet is, kan alleen zwarte toner of inkt op het papier aanbrengen. Om grijze tinten van zwart/wit foto's weer te geven moet men dus naar een hulpmiddel grijpen dat "rasteren" heet. Grijze tinten worden weergegeven door een raster van kleine zwarte puntjes op het papier te zetten. De puntjes hebben een vaste onderlinge afstand. De indruk van verschillende grijstinten ontstaat door de puntjes groter of kleiner te maken. Op afstand vloeien de kleine zwarte puntjes samen tot een optische indruk van een grijze tint.
In figuur 10-632 is een sterk vergroot raster weergegeven.



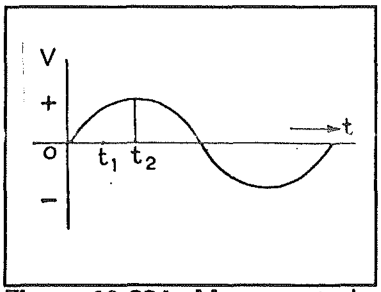
Figuur 10-632: Moiré-effect (1).

Bij printen in kleur wordt gebruik gemaakt van vier rasters, zwart, magenta, geel en cyaan, die door elkaar geprint worden. Als men dat niet onder de juiste hoeken doet, ontstaat er in de afdruk storende geometrische patronen, die Moiré-effect worden genoemd. Deze patronen, waarvan in figuur 10-633 een voorbeeld is gegeven, ontstaan doordat de rasterpuntjes van de rasters elkaar gedeeltelijk overlappen. Om dit effect te minimaliseren bestaan er optimale hoeken tussen de vier rasters: het gele raster wordt loodrecht op het papier geprint, nadien wordt het cyaan raster onder een hoek van 15 °, het magenta raster onder een hoek van 75 ° en tot slot het zwart raster onder een hoek van 45 ° geprint. Het gevolg is dat kleine "kleurrozetjes" ontstaan, de basiscellen waaruit de kleurindruk ontstaat.

Momentele waarde De grootte van een wisselspanning op één moment. In figuur 10-634 is een sinusspanning getekend. Op tijdstip t1 heeft de spanning een bepaalde positieve momentele waarde. Op tijdstip t2 is de momentele waarde gelijk aan de grootste spanning die de sinus kan hebben. Deze grootste waarde noemt men de "amplitude".



Figuur 10-633: Moiré-effect (2).



Figuur 10-634: Momentele waarde.

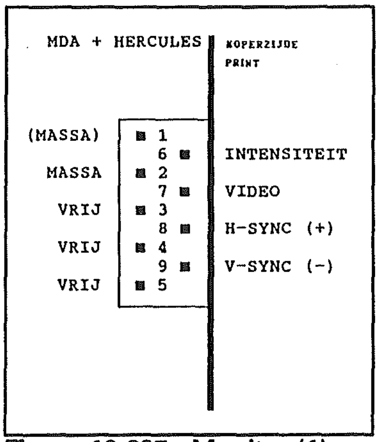
MOM-strategie Een begrip uit de vage logica, afkorting van "Mean Of Maximum", gemiddelde van het maximum. Deze strategie is een van de bekende

strategieën die worden toegepast bij de defuzzificatie. Hier worden weer numerieke waarden berekend voor de verschillende uitgangsvariabelen. Iedere regel uit het redeneer mechanisme wekt een specifieke functie op voor de uitgang. Bij de MOM-strategie wordt van iedere uitgangsfunctie de maximale waarde berekend en de bijhorende maximale µ berekend. Nadien wordt het gemiddelde van al deze waarden berekend en dit getal word gebruikt om de reële waarde van de uitgangsvariabele te bepalen. Het voordeel van deze strategie is dat de fuzzy-processor veel minder hoeft te rekenen en daardoor sneller kan werken.

Monaural Een begrip uit de medische wetenschap, waarmee wordt aangeduid "horen met slechts één oor". Deze term wordt in de elektronica gebruikt om een monofoon audiosignaal aan te duiden, dit in tegenstelling tot binaural of stereofoon.

Monitor (1) Een beeldscherm waarmee videobeelden van op afstand geplaatste camera's worden weergegeven of het apparaat waarmee de videodata van een computer zichtbaar worden gemaakt. Het wezenlijke verschil tussen een monitor en een TV is dat in het eerstgenoemde apparaat géén afstemeenheid zit en dus ook geen HF-, MF-schakelingen en demodulatoren. Een monitor verwacht aan de ingang een of meerdere video-signalen en eventueel afzonderlijke synchronisatie-signalen. De monitor-elektronica haalt hieruit de signalen voor het synchroniseren van de afbuiging en voor het besturen van de drie elektronenkanonnen in de beeldbuis.

Er bestaan twee categorieën monitoren. De digitale of TTL-monitoren hebben drie ingangen, waarop de kleursignalen onder de vorm van TTL-compatibele signalen ter beschikking staan. Deze monitoren werden vroeger bij computers gebruikt, die digitale video leverden. Deze monitoren kunnen slechts acht kleuren tonen. De gestandaardiseerde aansluitgegevens van deze monitoren zijn getekend in figuur 10-635.

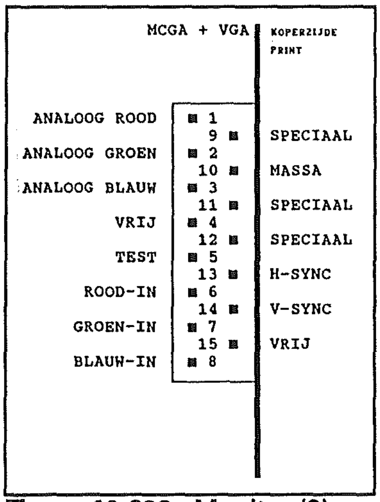


Figuur 10-635: Monitor (1).

De moderne analoge monitoren hebben analoge ingangen. Dat wil zeggen dat de R-, G- en B-signalen analoge spanningen leveren en in principe iedere kleurtint weergegeven kan worden. Dergelijke monitoren hebben aansluitingen zoals weergegeven in figuur 10-636. Moderne grafische kaarten leveren altijd analoge signalen en moeten dus op analoge monitoren worden aangesloten.

Monitor (2) Een hulpprogramma, waarmee men de werking van een ander programma op de voet kan volgen. Wordt gebruikt voor het opsporen van fouten in software.

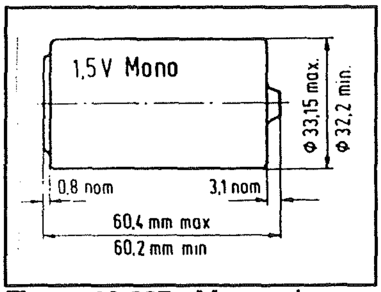
Monitor uitgang De uitgang op een videorecorder, videocamera, computer, etc, waarop de monitor aangesloten moet worden. Het eerste soort apparatuur heeft tegenwoordig meestal een gestandaardiseerde SCART-connector, computers een al even gestandaardiseerde 15-pens Sub-D connector, zie figuur 10-636.



Figuur 10-636: Monitor (2).

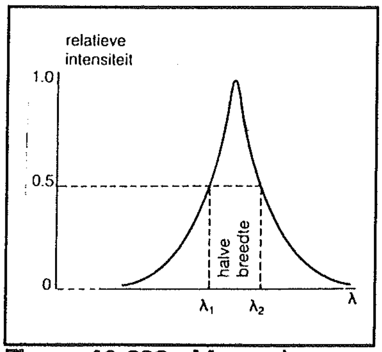
Monitor versterker Een versterkertje dat wordt gebruikt voor het afluisteren van geluid ergens in een mengpaneel. Met de monitor-schakelaar kan men de ingang van de versterker "inprikken" op iedere ingang, op een menguitgang, op de uitgang van een galm, etc.

Monocel Een alkali-mangaan cel met een gewicht van 96 g, een spanning van 1,5 V en een capaciteit van 6 of 10 Ah, met de afmetingen die in figuur 10-637 zijn weergegeven.

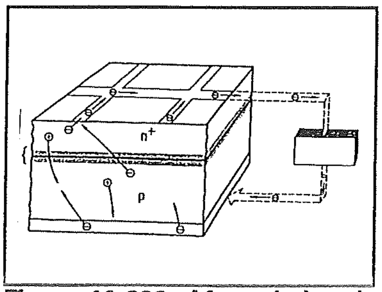


Figuur 10-637: Monocel.

Monochromatisch licht Licht dat bestaat uit elektromagnetische straling met een beperkte bandbreedte. Laser's zijn apparaten die typisch monochromatisch licht uitstralen. Hoewel de term "mono" doet vermoeden dat er slechts één golflengte in het licht aanwezig is en dit ook vaak zo gesteld wordt, is dit principieel onjuist. Het is nog steeds onmogelijk om absoluut zuiver monochromatisch licht te genereren. Ook LASER's hebben dus een kleine bandbreedte, zie figuur 10-638.



Figuur 10-638: Monochromatisch licht.



Figuur 10-639: Monokristallijne cel.

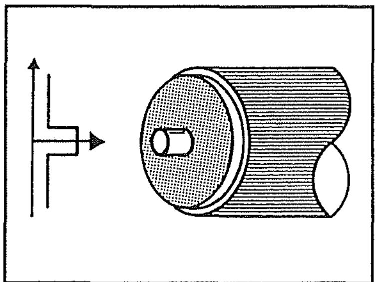
Monokristallijne cel Een zonnecel die is samengesteld uit een plaatje dat geslepen is uit één kristal silicium. Deze cellen bestaan uit een plakje van 200 á 400 µm dikte, dat uit een zeer zuiver en groot gegroeid kristal van silicium is geslepen. Na het doteren van de plakjes met donor- en acceptor-materialen wordt er, zie figuur 10-639, aan weerszijden een metalen elektrode op opgedampt. De twee elektroden kunnen worden aangesloten op een verbruiker. Omdat het uiteraard de bedoeling is dat de fotonen zo ongehinderd mogelijk in het silicium kunnen invallen, bestaat de bovenste elektrode uit een kam- of rastervormige structuur van uiterst dunne baantjes opgedampt metaal. De onderste elektrode zorgt voor de reflecterende eigenschappen van de cel. Dat is noodzakelijk voor het verhogen van het rendement.
Energierijke fotonen dringen door tot deze onderste elektrode en worden teruggekaatst naar de silicium chip. Zonder de hoogreflecterende eigenschappen van de onderste elektrode zouden deze fotonen niet worden teruggekaatst, maar worden geabsorbeerd door de elektrode. Het gevolg zou zijn dat de zonnecel zeer warm wordt, hetgeen niet gunstig is. Om de een of andere fysische reden neemt namelijk het rendement van zonnecellen met 0,5 % af per graad temperatuursverhoging! Zonnecellen moeten dus zo koel mogelijk toegepast worden.
Zonnecellen uit monokristallijn silicium hebben een zeer hoog rendement van rond de 15 %, maar zijn zeer duur en kwetsbaar. De hoge prijs is een gevolg van het feit dat het nog steeds zeer moeilijk is zeer zuivere monokristallijne kristallen te trekken uit vloeibaar silicium.

Monolayer Een halfgeleidende structuur die uit slechts één laag is opgebouwd.

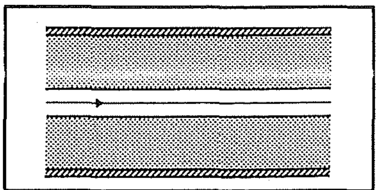
Monolytisch Een schakeling die volledig is ondergebracht op één plaatje halfgeleidend materiaal. De meeste IC's zijn bijgevolg monolytische schakelingen.

Monomodus step index glasvezel De diameter van de kern van een glasvezelkabel speelt een grote rol bij de kwalitatieve eigenschappen van een glasvezelkabel. Hoe dunner de kern, hoe minder modi het licht heeft om zich door de kabel voort te planten en hoe minder looptijdverschillen er ontstaan. Ideaal zou natuurlijk een kabel zijn waar er maar één modus is: die waarbij het licht zich alleen in de lengte-as van de vezel kan voortplanten. Er ontstaan dan helemaal geen looptijdverschillen, met als gevolg dat men geweldige bandbreedtes mag verwachten.
Hoe dik zou de kern van een dergelijke ideale glasvezel moeten zijn? Het valt, ook zonder ingewikkelde fysica, wel zonder meer aan te nemen dat deze ideale situatie zich voordoet als de diameter van de kern gelijk is aan de golflengte van het licht. Nu ligt de gebruikte golflengte van het licht, zoals ondertussen bekend, tussen 800 en 1.600 nm. Omgerekend naar de schaal waarin men de diameter van glasvezels meet komt dit dus overeen met diameters tussen 0,8 en 1,6 µm! Minder dan een duizendste millimeter! Het zal duidelijk zijn dat het fabriceren van een glasvezel met een kern die dunner is dan de geleidende sporen in een IC geen sinecure is. Bovendien wordt het dan natuurlijk heel problematisch om kabels aan elkaar te bevestigen. De minste of geringste afwijking in de positie van beide kernen heeft tot gevolg dat de kernen niet meer in elkaars verlengde liggen en de kabel zichzelf volledig blokkeert voor het geleiden van licht. Ondanks de immense

problemen die opdoemen bij de fabricage, de aanleg en het onderhoud van dergelijke dunne vezels zijn de meeste landelijke PPT's begonnen met het aanleggen van glasvezelnetten met als basis monomodus step index kabels!
Nu moet daarbij wél aangetekend worden dat men er nog niet in slaagt echte golflengtedunne vezels te fabriceren. Maar men komt, met diameters van 3 µm, al aardig in de buurt! De samenstelling van een monomodus step index kabel is getekend in figuur 10-640. Duidelijk blijkt dat ook nu de brekingsindex stapvormig verloopt op het scheidingsoppervlak van core en cladding. De lichttransmissie van een dergelijke kabel is getekend in figuur 10-641.



Figuur 10-640: Mono modus step index glas vezel (1).

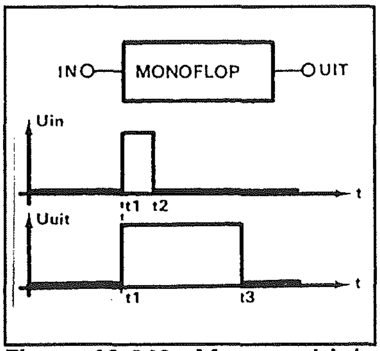


Figuur 10-641: Mono modus step index glas vezel (2).

Een samenvatting van de belangrijkste specificaties van monomodus step index kabels:
- kerndiameter: 3 tot 6 µm;
- manteldiameter: 40 tot 60 µm;
- bandbreedte: 10.000 tot 50.000 MHz.km;
- brekingsindex kern (n_1): 1,46;
- brekingsindex mantel: 0,995 . n_1;
- numerieke apertuur: 0,09 tot 0,1;
- demping: 2 tot 5 dB/km;
- dispersie: 0,000.1 ns/km.

Monostabiel Een schakeling heet monostabiel als zij één stabiele toestand heeft. Dat wil zeggen dat er, na het aanleggen van een triggerpuls op de schakeling, eenmalig een bepaalde actie door de schakeling wordt uitgevoerd. Nadien keert de schakeling terug in de ruststand. Bovendien heeft iedere triggerpuls dezelfde actie tot gevolg. Het bekendste voorbeeld van een monostabiele schakeling is de monostabiele multivibrator, zie aldaar.

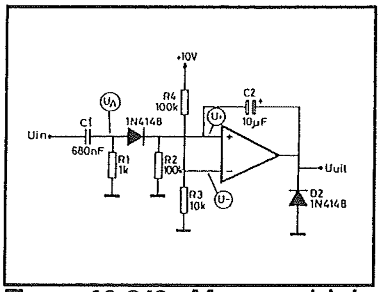
Monostabiele multivibrator Een monostabiele schakeling, die één uitgangspuls genereert als er op de ingang een triggerpuls wordt aangelegd. De funktie van de schakeling kan het eenvoudigst uitgelegd worden aan de hand van figuur 10-642. Een monostabiele multivibrator (ook monoflop of one shot genoemd) is een schakeling, die aan de uitgang een puls opwekt met in te stellen breedte, als aan de ingang van de schakeling een startpuls wordt aangebracht. Daarbij bestaat er geen verband tussen de breedte van de ingangspuls en die van de puls aan de uitgang. Deze laatste wordt door de opbouw van de schakeling bepaald.
De monoflop is een schakeling, die gebruikt kan worden om de breedte van een puls te vergroten of te verkleinen. Het praktische belang van een dergelijke schakeling zal waarschijnlijk niet zo dadelijk duidelijk zijn. Toch worden one shot's vaak gebruikt.
Een voorbeeldje. Stel, men wil een schakeling ontwerpen, die een belletje laat gaan als de postbode een brief in de buitenbus gooit. Men zou door middel van een lampje en een foto-gevoelige weerstand een lichtsluis kunnen ontwerpen. Als een brief tussen de lamp en de foto-weerstand wordt gestoken, dan zal de weerstand van de LDR veranderen en deze verandering kan gebruikt worden om een bel te activeren. Nu zal een brief maar ongeveer één seconde tussen de lamp en de LDR zitten. De bel zou dus maar één seconde klinken, wat erg onopvallend is.



Figuur 10-642: Monostabiele multivibrator (1).

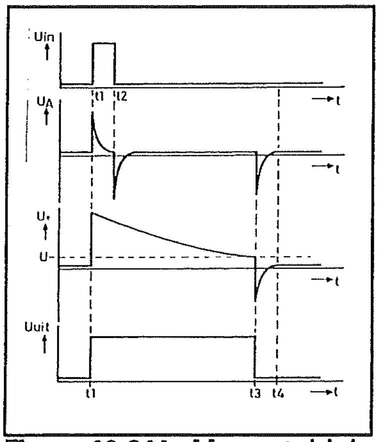
Door middel van het tussen schakelen van een monoflop kan men de smalle puls van de LDR omvormen in een puls met een duur van bijvoorbeeld tien seconde (de tijdsduur van een puls wordt vaak de pulsbreedte genoemd), zodat men dan wél een opvallend belgerinkel kan verwachten. Zo zijn er ontelbare toepassingen te verzinnen, waar een monoflop zeer nuttige arbeid kan verrichten. Monostabiele multivibratoren kunnen met transistoren, op-amp's en speciale schake-

lingen zoals de 555 samengesteld worden. Het praktische schema van een MMV met een operationele versterker is getekend in figuur 10-643. De inverterende ingang wordt ingesteld op een kleine positieve spanning door middel van de spanningsdeler R3/R4. De niet-inverterende ingang gaat via de weerstand R2 rechtstreeks naar de massa en staat dus in rust op 0 V. Het gevolg is dat de uitgang in rust op -0,65 V zal staan, omdat de diode D2 de maximale negatieve uitgangsspanning op deze waarde begrenst. De niet-inverterende ingang wordt via een C/R/D-netwerkje met de ingang van de schakeling verbonden. Bovendien gaat deze ingang via de condensator C2 ook nog naar de uitgang van de op-amp. De werking van de schakeling wordt toegelicht aan de hand van de grafieken in figuur 10-644.



Figuur 10-643: Monostabiele multivibrator (2).

Aan de ingang U_{IN} wordt een smalle positieve puls gelegd. Deze puls zal door het netwerkje C1/R1 geïntegreerd worden. Dat wil zeggen dat dit netwerkje alleen de snelle veranderingen in het signaal zal doorlaten, dus de voor- en de achterflank. De voorflank wordt omgezet in een zeer smal positief pulsje, de achterflank in een zeer smal negatief pulsje. De diode D1 laat alleen de smalle positieve puls door. Bij het verschijnen van de negatieve puls zal de diode immers sperren. De smalle positieve puls dringt dus door tot de niet-inverterende ingang van de operationele versterker. Deze puls zorgt ervoor dat de spanning op deze ingang even groter wordt dan de spanning op de inverterende ingang. Het gevolg is dat de comparator, want de op-amp is als comparator geschakeld, omklapt en de uitgang "H" wordt.



Figuur 10-644: Monostabiele multivibrator (3).

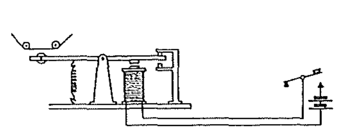
De condensator C2 vormt echter met de weerstand R2 een integrator voor deze spanningssprong. Omdat deze condensator echter een zeer grote waarde heeft zal niet alleen de smalle voorflank van de puls op de uitgang teruggekoppeld worden naar de niet-inverterende ingang. De condensator C2 laadt op tot de waarde van de positieve uitgangsspanning en zal deze lading slechts zeer langzaam via de weerstand R2 verliezen. Het gevolg is dat de ontlaadstroom die door deze weerstand vloeit over de weerstand een spanning opwekt. Daardoor zal de niet-inverterende ingang op een positieve spanning blijven staan, ook na het wegvallen van de smalle positieve puls die door C1/R1 was afgeleid van de voorflank van de ingangspuls. Naarmate de condensator C2 meer ontlaadt zal de ontlaadstroom kleiner worden. Het gevolg is dat ook de spanningsval over de weerstand R2 steeds kleiner wordt en dus ook de spanning op de niet-inverterende ingang steeds kleiner wordt. Op tijdstip t3 wordt deze spanning gelijk aan de spanning op de inverterende ingang. De comparator klapt om, de uitgang van de schakeling gaat weer naar "L". Op de uitgang ontstaat dus een brede puls t1-t3, waarvan de breedte afhankelijk is van de waarde van de weerstand R2 en de condensator C2. Door het naar "L" gaan van de uitgangsspanning zal de integrator R2/C2 weer geactiveerd worden. Deze plotselinge negatieve spanningssprong wordt weer doorgekoppeld en belandt op de niet-inverterende ingang. Maar nu gaat de diode D1 geleiden, die ervoor zorgt dat de negatieve lading van C2 snel via de kleine weerstand R1 kan afvloeien naar de massa. De spanning op de niet-inverterende ingang gaat dus nu heel snel naar 0 V (t4). Op dat moment is de schakeling klaar voor het ontvangen van een nieuwe ingangspuls.

Moog-synthesizer Een synthesizer die gebruikt kan worden voor het nabootsen van niet alleen ieder muziekinstrument, maar ook van de menselijke stem.

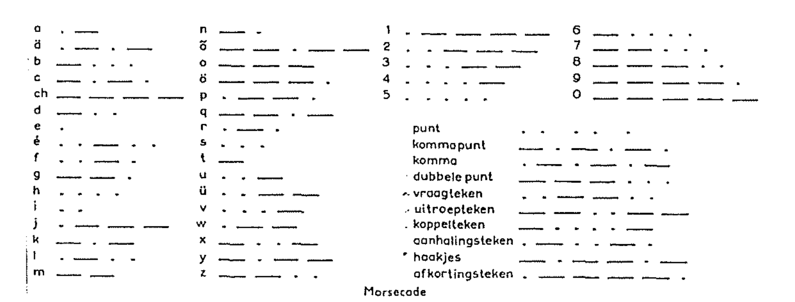
Moores wet Een wet die in 1965 geponeerd werd door Gordon Moore (een van de oprichters van Intel) en die stelt dat een verdubbeling van de opslagcapaciteit van geheugen-

chip's precies 18 tot 24 maanden duurt. Het gevolg van deze wet is dat de opslagcapaciteit van geheugen-chip's exponentieel met de tijd stijgt. Deze wet kan ook toegepast worden op andere innovaties, zoals de ontwikkeling van nieuwe processoren. Ondanks de algemene oppervlakkige geldigheid van deze wet is het uiteraard geen wiskundige wet, maar eerder een uit de praktijk afgeleide wet, waarvan de geldigheid op lange termijn zal moeten blijken.

Morse De uitvinder van het Morse-apparaat en de daarbij horende Morse-code. Dit apparaat, dat in 1832 werd ontwikkeld, is in feite de basis van de data-communicatie. In 1843 werd immers een op het Morse-principe gebaseerde data-communicatie verbinding tot stand gebracht tussen Washington en Baltimore.
Het Morse-apparaat werkt, zie figuur 10-645, met een elektromagneet, die op afstand via een seinschakelaar wordt verbonden met een gelijkspanning. De elektromagneet trekt een anker aan, dit anker duwt een schrijfstift tegen een rol papier. Op het papier verschijnt dus een streepje, waarvan de lengte afhankelijk is van de tijd die men de seinsleutel heeft ingedrukt.



Figuur 10-645: Morse (1).



Figuur 10-646: Morse (2).

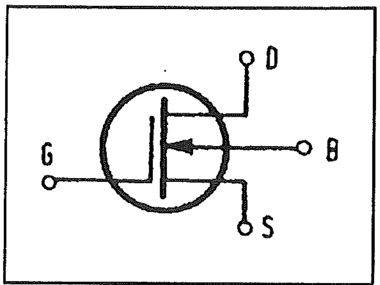
De Morse-code, waarmee het apparaat werkt, heeft twee symbolen: een punt en een streep, die door de zender gecodeerd worden door de seinsleutel kort of lang in te drukken en die bij de ontvanger op de papierstrook verschijnen. De streep is drie keer langer dan de punt. In figuur 10-646 is de volledige Morse-code voorgesteld. Behalve voor het verzenden van teksten naar een Morse-apparaat werd en wordt de Morse-code ook gebruikt voor draadloze communicatie, bijvoorbeeld van schepen naar de kust. De moderne telecommunicatie-technieken zullen echter deze code zeer binnenkort volledig verdrongen hebben.

MOS Afkorting van "Metal Oxyde Semiconductor". Een halfgeleider waarbij een extra isolerende laag onder de vorm van een metaal oxyde aanwezig is tussen de eigenlijke gate-elektrode en het geleidend kanaal.
Het besturende elektrisch veld ontstaat door een spanning op de gate aan te leggen. De MOS-technologie wordt tegenwoordig gebruikt voor het fabriceren van MOSFET's, FET's met superieure schakeleigenschappen, zie aldaar.

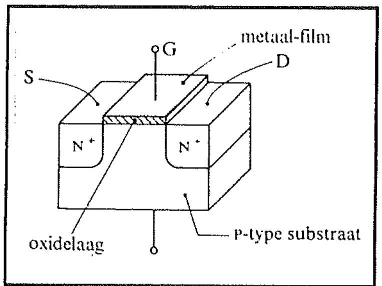
Mosaic Benaming van het allereerste programma waarmee via een grafische gebruikers interface WWW-pagina's van het Internet geladen en bekeken konden worden. De eerste versie werd in april 1993 geopenbaard, maar de eerste versies die geschikt waren voor Windows en MAC-OS kwamen in december 1993 op de markt. Mosaic vormt niet alleen de basis van de "NetScape Navigator" maar ook van het bedrijf dat deze WWW-browser op de markt brengt.

MOSFET Afkorting van "Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor". Een N- of P-kanaal FET die is gefabriceerd in MOS-technologie (zie bij MOS). Het symbool van een MOSFET is getekend in figuur 10-647. Tussen de gate en het geleidend kanaal is een uiterst dunne isolerende laag aangebracht, gefabriceerd van een metaal oxyde. De extra aansluiting B is in de meeste gevallen met de Source verbonden. Vanwege de isolerende laag worden MOSFET's soms ook IGFET's genoemd, afkorting van "Insulated Gate Field Ef-

fect Transistor". De samenstelling van een MOSFET is getekend in figuur 10-648.
MOSFET's hebben de volgende voordelen ten opzichte van normale FET's:
- hogere grensfrequentie;
- kleinere terugwerkings capaciteit;
- betere ontkoppeling tussen in- en uitgang;
- hogere ingangsimpedantie;
- kleinere gate lekstroom;
- gate bestuurbaar met positieve en negatieve spanningen.

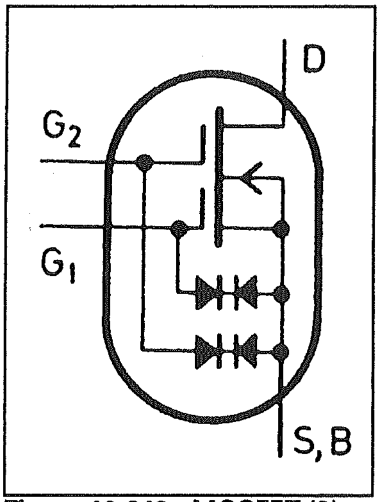


Figuur 10-647: MOSFET (1).



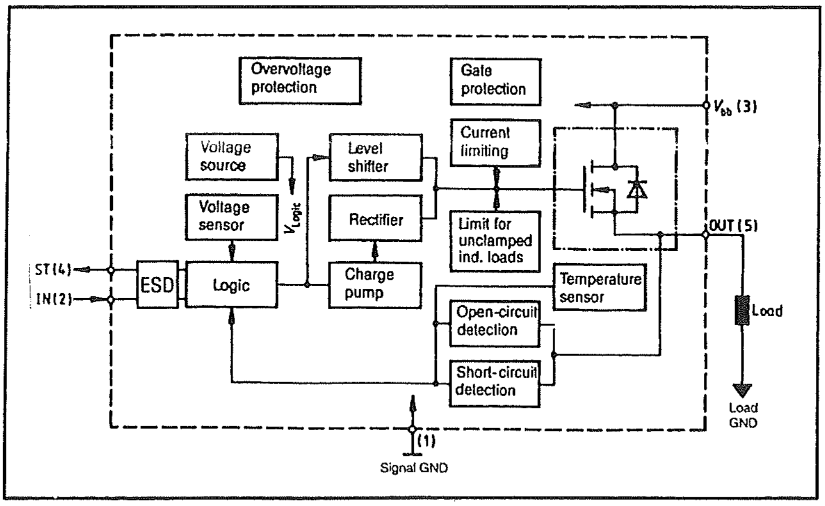
Figuur 10-648: MOSFET (2).

Een nadeel is echter dat de zeer dunne oxyde laag erg snel vernield kan worden door statische spanningen. Moderne MOSFET's hebben echter ingebouwde beveiligingsdioden, zodat deze onderdelen zonder speciale maatregelen in een schakeling ingezet kunnen worden. Van de MOSFET zijn zogenoemde "dual gate" exemplaren ontwikkeld, die twee gate-aansluitingen hebben. Deze worden toegepast in de HF-techniek in oscillator-, meng- en versterker-schakelingen. In figuur 10-649 is het symbool van een dergelijk onderdeel getekend. Als voorbeeld van het gebruik van dergelijke onderdelen is in figuur 10-650 het schema getekend van een 200 MHz versterker, waarvan de versterking regelbaar is door het aanleggen van een stuurspanning U_{AVR} op één van de gate's.
Tegenwoordig worden er ook MOSFET's gemaakt met extreem lage geleidingsweerstanden. Deze onderdelen zijn dus uitermate geschikt voor het schakelen van hoge stromen. Drain-stromen van 20 A zijn geen uitzondering. Deze onderdelen worden gebruikt in laagfrequent eindversterkers, eindtrappen van printerdrivers, geschakelde voedingen, motorbesturingen en elektronische ontstekingen.
Een volgende stap is de ontwikkeling van "intelligente" MOSFET's, zoals de PROFET's en TEMPFET's. Deze bevatten niet alleen de eigenlijke MOSFET-chip, maar een heleboel beveiligingschakelingen die het onderdeel beschermen tegen te hoge temperatuur, te hoge spanningen, te hoge stromen, te hoge vermogens, kortsluiting op de uitgang of open keten aan de uitgang. Bovendien bevatten deze onderdelen soms status-uitgangen ST, die melden om wat voor reden de interne MOSFET is uitgeschakeld. In figuur 10-651 is het intern blokschema van een dergelijke "intelligente" MOSFET getekend.

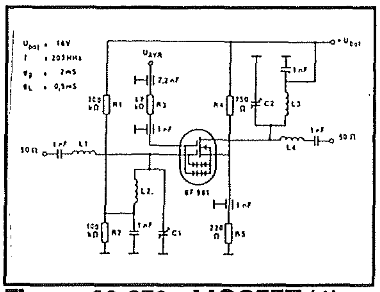


Figuur 10-649: MOSFET (3).

Most Significant Digit In een getal het meest linkse cijfer dat niet 0 s. In het getal 00374 is het cijfer 3 dus het MSD.



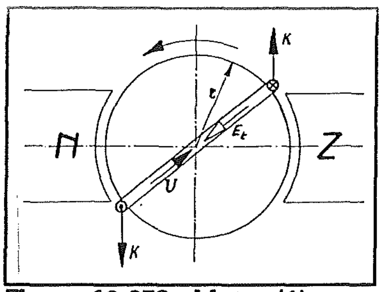
Figuur 10-651: MOSFET (5).



Figuur 10-650: MOSFET (4).

Motion Adaptive ColourPlus Zie "MACP".

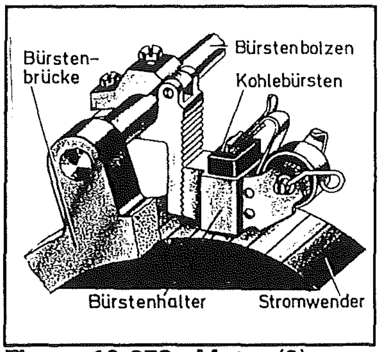
Motor Een elektrisch apparaat dat elektrische energie omzet in een draaiende beweging. Er bestaan ontelbare uitvoeringen van elektrische motoren. Basis van iedere motor is echter de wisselwerking tussen twee magnetische velden. In de eenvoudigste uitvoering bestaan een motor, zie figuur 10-652, uit een permanente magneet met de polen N en Z, waartussen een anker met straal r draait. Op dit anker is een spoel gewikkeld. Deze spoel wordt aangesloten op een gelijkspanning. Door een ingenieuze constructie, commutator genoemd, zal de spoel omgepoold worden als het anker gaat draaien. In de figuur is de spoel zo met de spanning verbonden dat de noordpool van het magnetisch veld van de spoel aan de noordpool zijde van de permanente magneet staat.



Figuur 10-652: Motor (1).

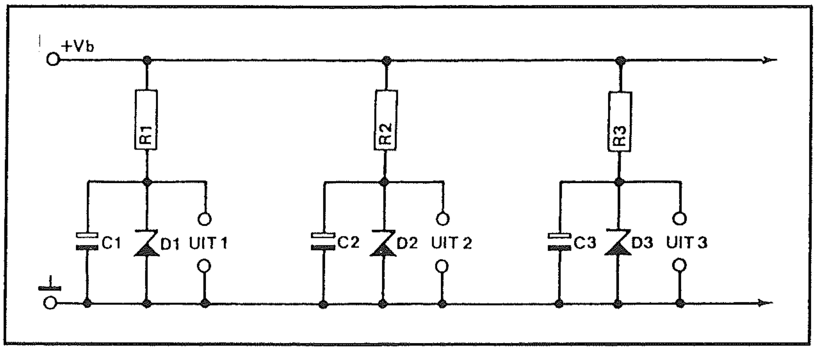
Uiteraard staat de zuidpool dan tegen de zuidpool van de permanente magneet. De gelijke polen oefenen een afstotende kracht K op elkaar uit. Deze kracht zorgt ervoor dat het anker gaat draaien. Door deze draaiing komt de noordpool van de spoel dichter bij de zuidpool van de permanente magneet. Er ontstaat nu een extra aantrekkende kracht, waardoor het anker in draaiende beweging blijft. Als de noordpool van de spoel tegen de zuidpool van de permanente magneet staat, zorgt de commutator er voor dat de stroomrichting door de spoel wordt omgepoold. Het gevolg is dat de noordpool opeens een zuidpool wordt. Nu staan er twee zuidpolen tegen elkaar, de afstotende kracht houdt de draaiende beweging in stand. De zuidpool van de spoel draait nu naar de noordpool van de permanente magneet, de aantrekkende kracht houdt het anker draaiende. Als de zuidpool van de spoel tegenover de noordpool van de permanente magneet staat zorgt de commutator weer voor een ompoling. Noord staat tegenover noord, de afstotende kracht houdt het anker in beweging.
Bij de meeste motoren wordt de permanente magneet vervangen door een of meerdere elektromagneten, die kransvormig rond het anker liggen. Ook het anker wordt bewikkeld met meerdere elektromagneten, zodat noord en zuidpolen niet 180 ° moeten draaien alvorens er van poolwisseling sprake is.
De commutator bestaat, zie figuur 10-653, uit twee koolborsteltjes, die aan weerszijden van een collectorring staan, die op de motor-as bevestigd is. Op deze collector zitten koperen lamellen. Iedere lamel is verbonden met één aansluiting van een ankerspoel. De collector draait natuurlijk mee met het anker, de koolborsteltjes zorgen ervoor dat de stroomrichting door de wikkelingen op het juiste moment wordt omgepoold.

Motorboating Een zeer laagfrequente storing die ontstaat in versterkers en nog het meest lijkt op het geluid van een motorboot. Dit verschijnsel ontstaat door slechte ontkoppeling van de voeding. Stel dat voor- en eindversterker uit dezelfde voedingsspanning gevoed worden. Als er een signaalpiek verwerkt wordt, zal de eindtrap een forse stroom uit de voeding trekken. Hierdoor daalt deze spanning.



Figuur 10-653: Motor (2).

Deze daling komt echter ook terecht op de gevoelige eerste trap van de voorversterker. Door de daling van de voedingsspanning zal de trap iets anders worden ingesteld, met als gevolg dat de daling van de voedingsspanning terug te vinden is op de uitgangsspanning van deze trap. Dit signaal wordt versterkt door de eindtrap en zorgt ervoor dat de voedingsspanningswaarde weer gaat variëren. Er ontstaat dus een terugkoppeling van de eindtrap naar de voorversterker via de voedingsspanning. Als deze terugkoppeling een meekoppeling is ontstaat een



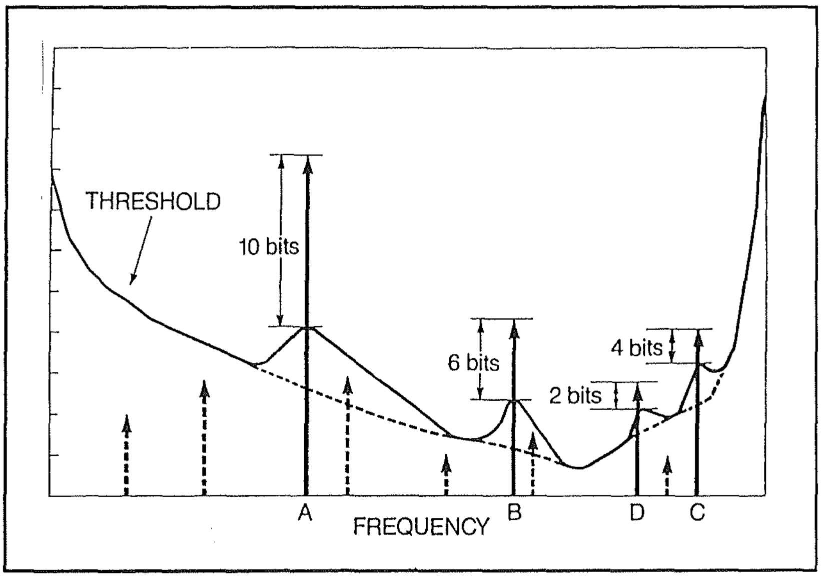
Figuur 10-654: Motorboating.

oscillatie, die het typische motorboating geluid produceert. Oplossing is het goed ontkoppelen van de voeding voor de voorversterker(s) met behulp van RC-netwerkjes en zenerdioden, zoals getekend in figuur 10-654. De condensatoren worden opgeladen uit de voedingsspanning tot de zenerspanning en houden de voedingsspanning voor de trappen van de voorversterker vast, ook als de voeding van de eindtrap even in elkaar stort. Hierdoor wordt de terugkoppeling onderdrukt.

MOV Letterwoord van "Metal Oxide Varistor". Een varistor samengesteld uit gesinterd zinkoxyde met een symmetrische spanning/stroom-karakteristiek. Dergelijke varistors zijn dus ideaal voor het onderdrukken van symmetrische stoorspanningen op een voedingslijn. MOV's zij in staat gedurende een zeer korte tijd grote hoeveelheden energie te absorberen, waarden tot 10 kJ zijn geen uitzondering! MOV's worden bijvoorbeeld toegepast bij het beveiligen van leidingen tegen blikseminslag.

MP3 Een door het Duitse "Fraunhofer Institut", in samenwerking met de Universiteit van Erlangen, ontwikkeld compressie-algorite voor digitaal geluid. MP3, met als officiële naam "MPEG Audio Layer-3", is in staat de omvang van WAV-files met een factor 10 tot 12 te reduceren, zonder merkbaar kwaliteitsverlies. Door WAV-bestanden om te zetten in MP3, daalt de data-rate dus tot gemiddeld 117,7 kb/s. Schakelt men twee ISDN-kanalen "parallel" dan ontstaat een doorvoercapaciteit van 128 kb/s en kan men deze MP3-bestanden dus in "real time" transporteren. Neemt men genoegen met mindere kwaliteit of wil men alleen gesproken tekst in telefoonkwaliteit verzenden, dan kan MP3 de gegevensstroom van WAV zelfs met een factor 96 reduceren! Het gevolg is dat men spraak via het zeer trage Internet in "real time" kan versturen en afspelen. Voor de meeste WWW-browsers zijn reeds plug-in's in de handel, die toelaten deze audio-files in "real time" af te spelen, dus terwijl een WWW-pagina geladen wordt. De compressieschema's die worden toegepast bij MP3 zijn niet nieuw. In feite wordt gebruik gemaakt van de door Philips ontwikkelde techniek van PASC, toegepast bij het DCC-systeem en van ingewikkelde wiskundige technieken, toegepast bij de video-codering van MPEG. De combinatie van beide technieken is echter uniek en levert spectaculaire resultaten op! De data-reductie volgens MP3 is gebaseerd op de onderstaande principes:
- de drempelwaarde van het menselijke gehoor;
- invoeren van sub-banden;
- het maskeereffect van het menselijke gehoor;
- adaptive bit allocation;
- middeling van het gemiddelde niveau;
- discrete cosinus transformatie;
- run length codering;
- entropie-codering;
- frequentie-begrenzing.

Het menselijke gehoor is frequentieselectief gevoelig. Men kan een "threshold" opstellen, een lijn die aangeeft waar, voor iedere frequentie, de drempelwaarde van het oor ligt. Geluiden die zwakker zijn dan deze drempelwaarde worden niet waargenomen! Het is niet noodzakelijk dergelijke geluiden te coderen.
In de praktijk is het uiteraard onmogelijk om het threshold-proces voor "iedere frequentie" uit te voeren. Vandaar wordt het frequentiebereik van het audiosignaal in 32 subbandjes ingedeeld, die ieder vrij smal zijn. Deze bandjes zijn lineair over de frequentie-as verdeeld. Nadien berekent het MP3-algoritme voor iedere sub-band de verhouding tussen het actuele signaalniveau en de vast ingeprogrammeerde threshold van deze band. Ligt de amplitude-inhoud van een sub-bandje onder de gehoordrempel, dan wordt de inhoud van dat bandje niet gecodeerd.
Het menselijke gehoor vertoont een bepaald maskeereffect. Een sterk signaal kan een in frequentie vlakbij gelegen zwakker signaal maskeren,



Figuur 10-655: MP3 (1).

het gehoor zal dat tweede signaal niet waarnemen, ondanks dat de amplitude boven de gehoordrempel ligt. Een tweede maskeereffect ontstaat in de tijd. Als een zacht geluid een paar milliseconde eerder door een hard geluid is voorafgegaan, dan zal het zachte geluid niet waarneembaar zijn. Het MP3-algoritme houdt rekening met de twee beschreven maskeereffecten. De software voert een continue analyse uit van het amplitudeverloop in ieder van de sub-bandjes, vergelijkt de gegevens van een subband met de analyses van de aangrenzende sub-bandjes en analyseert bovendien het amplitudeverloop in functie van de tijd. Aan de hand van al deze gegevens besluit de processor of de software welke signalen wel en welke signalen niet verder worden verwerkt.
De volgende stap is dat alles dat boven de gehoor- en maskeerdrempels ligt digitaal verwerkt moet worden. MP3 werkt met een zogenoemde ***"floating point quantisering"***. Dit is een dynamisch proces, waarbij MP3 alleen zoveel bits aan een monster toewijst als nodig voor het quantiseren van het monster. Voor het ene monster kan dat noodzakelijke aantal bits bijvoorbeeld 19 bedragen, voor een volgend monster kan het echter best zijn dat 4 bits volstaan. De bits van ieder monster worden ingedeeld in twee groepen. Een aantal bepaalt een zogenoemde schaalfactor, de overige bits staan ter beschikking voor de quantisering van het monster. Dit wordt toegelicht aan de hand van figuur 10-655.
In deze figuur worden tien monsters beschouwd in tien verschillende sub-bandjes. De gestippeld getekende monsters worden niet gequantiseerd, omdat zij onder de drempels van het gehoor liggen. Blijven dus over de monsters A, B, C en D. Het gedeelte van de amplitude dat onder de threshold-curve ligt kan in één keer gedefinieerd worden door een schaal-constante in te voeren. Deze constante is natuurlijk voor iedere sub-band anders.
De waarde van de schaalfactor wordt opgeslagen in de eerste bits. Nadien codeert MP3 alleen dat deel van de amplitude dat boven de gehoordrempel ligt. Bovendien kijkt het systeem naar de grootte van deze amplitudes. Signaal D zit bijvoorbeeld maar iets boven de gehoordrempel en wordt met slechts 2 bits gecodeerd. De amplitude van signaal A is echter groot en MP3 stelt daarvoor dan ook bijvoorbeeld tien bits ter beschikking.
Zo zal het dus maar zelden voorkomen dat MP3 de 16 standaard bits van CD-Audio of WAV nodig heeft om één sample te quantiseren, hetgeen een aanzienlijke codereductie tot gevolg heeft. Een verdere data-reductie wordt bereikt door de digitale codes van diverse opeen-volgende monsters in een zogenoemd ***"raam"*** samen te voegen. Onderzoeken hebben uitgewezen dat de gemiddelde waarde van een geluids-signaal, vergeleken met de sampling-frequentie van 44,1 kHz, maar zeer langzaam varieert. Dat wil zeggen dat men van een reeks opeenvolgende samples een gemiddelde waarde kan berekenen en dat de individuele samples maar weinig van deze waarde zullen afwijken. Vandaar dat deze gemiddelde signaalwaarde over een periode van een aantal samples wordt berekend en dat deze eenmalig in een digitale schaalfactor wordt ondergebracht. Nadien volstaat het voor deze monsters alleen de afwijkingen van de gemiddelde waarde in de code op te nemen. Hiervoor volstaan in de meeste gevallen drie bits. Voor het volledig definiëren van twaalf monsters

zou MP3 dus slechts 6+(12*3)=42 bits nodig hebben, heel wat minder dan de 12*16=192 bits van CD-Audio of WAV.

Een volgende stap in de reductie van de hoeveelheid data wordt bereikt door beroep te doen op DCT oftewel "Discrete cosinus transformatie". DCT is een proces, waarbij een zogenoemd "tweedimensioneel continu amplitudeverloop" kan omgezet worden in een zogenoemd "ruimtelijk discreet frequentiespectrum". Een aantal, bijvoorbeeld 64, bytes van de data-stroom wordt opgenomen in een matrix. In ieder hokje van de matrix staat één byte en de getalletjes in de hokjes geven de waarde van de bytes in normale decimale getallen weer. Men kan zich nu, met enige verbeelding, deze 64 getallen voorstellen door staafjes van een stavengrafiek. Het door de bovenzijde van deze staven gevormd oppervlak vertoont een golving, omdat de bytes uiteraard niet allemaal dezelfde waarde hebben. Dit golvend oppervlak van de bovenzijde van de byte-staafjes is nu een "tweedimensioneel continu amplitudeverloop", enigszins te vergelijken met het golvend Limburg heuvellandschap. Een dergelijk ruimtelijk verloop kan nu, door middel van de wiskundige theorie die "discrete cosinus transformatie" heet, worden omgezet in een coëfficiëntenmatrix. Het eerste dat opvalt is dat de getallen in deze matrix veel kleiner zijn dan de getallen in de eerste matrix. De getallen stellen nu géén decimale inhouden van de bytes meer voor, maar wiskundige coëfficiënten die het verloop in de "golving" van de amplitude van de bytes op een

139	144	149	153	155	155	155	155
144	151	153	156	159	156	156	156
150	155	160	163	158	156	156	156
159	161	162	160	160	159	159	159
159	160	161	162	162	155	155	155
161	161	161	161	160	157	157	157
162	162	161	163	162	157	157	157
162	162	161	161	163	158	158	158

1

1260	-1	-12	-5	2	-2	-3	1
-23	-17	-6	-3	-3	0	0	-1
-11	-9	-2	2	0	-1	-1	0
-7	-2	0	1	1	0	0	0
-1	-1	1	2	0	-1	1	1
2	0	2	0	-1	1	1	-1
-1	0	0	-1	0	2	1	-1
-3	2	-4	-2	2	1	-1	0

2

79	0	-1	0	0	0	0	0
-2	-1	0	0	0	0	0	0
-1	-1	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0

3

Figuur 10-656: MP3 (2).

bepaalde manier beschrijven. Deze coëfficiënten worden de "harmonischen" genoemd. Toch kan men, door op deze matrix een "inverse discrete cosinus transformatie" (IDCT) toe te passen uit deze coëfficiënten weer alle bytes nauwkeurig herberekenen. Het grote voordeel van de "DCT" is dat er een heleboel hogere harmonischen zijn die een erg kleine waarde hebben. In feite zit de belangrijkste informatie nu alleen in de linker bovenhoek van de matrix. Een heel groot verschil met de grote getallen over de gehele originele matrix. Als al die kleine waarden van de hogere harmonischen op nul worden gesteld, zal dat nauwelijks gevolgen hebben voor het verloop van het deeltje van het audio-signaal, dat in de matrix werd opgenomen. De DCT bereidt het systeem dus voor op een grote compressieslag, die in de volgende fase tot stand komt.

Deze fase heet "quantiseren": dit komt er op neer dat grote getallen worden omgezet in kleinere getallen door de grote getallen te delen door een bepaalde factor. Kleine getallen worden door deze deling tot nul gereduceerd. Als men dus de gegevens uit een DCT-matrix quantiseert, dan zullen er een heleboel nullen in de matrix ontstaan. Als bijvoorbeeld gequantiseerd wordt door alle DCT-waarden te delen door 8, dan blijven er na de deling nog maar bijvoorbeeld zes waarden over die niet gelijk zijn aan nul, zie matrix 3 in figuur 10-656. Alle overige DCT-waarden zijn namelijk kleiner dan acht en worden tot nul gereduceerd als zij door acht gedeeld worden. Het aantal nullen in de matrix neemt toe en daarmee de compressiefactor (zie verder), maar bij het herwinnen van de audio-gegevens zal de originele matrix dus veel minder nauwkeurig gereconstrueerd worden dan zonder deze deling het geval zou zijn.

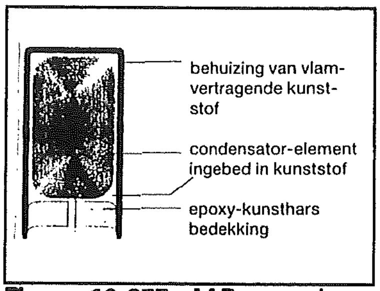
Matrix 2 is middels "IDCT" volledig om te zetten in matrix 1. Zelfs als men alle waarden uit matrix 3 weer met acht vermenigvuldigd en nadien "IDCT" toepast, zal men maar een benadering krijgen van de waarden in matrix 1. Het invoeren van de quantisering op de DCT-matrix heeft dus tot gevolg dat het originele geluid niet meer exact herwonnen kan worden, maar deze vervorming is blijkbaar zo klein dat het menselijk gehoor er volledig ongevoelig voor is!

Na het quantiseren van de DCT-matrixen worden de gegevens zigzaggend uit de ma-

trixen uitgelezen, zodat een seriële datastroom ontstaat. Het gevolg van deze zigzaggende uitlezing is dat er in de code vaak een heleboel nullen achter elkaar staan. Als de gegevens zigzaggend uit matrix 3 worden uitgelezen bestaat de seriële code van dit blok uit negen getallen die niet gelijk zijn aan nul en nadien uit 55 nullen. Met dergelijke gegevens kunnen compressie-algoritmen wel overweg! Een eerste stap bij het reduceren van al deze nullen is de zogenoemde "run length codering". Een data wordt voorgesteld door acht bits, onder de vorm van RRRR-SSSS. In de vier R-bits wordt het aantal data gecodeerd dat gelijk is aan nul en voor de te coderen data staat. In de S-bits wordt de waarde van de data binair gecodeerd. Dank zij deze codering worden de lange "000"-stromen heel efficiënt gecodeerd is slechts één byte, hetgeen een zeer grote datareductie oplevert. In de laatste stap van het MP3-algoritme worden de run length bytes onderworpen aan een zogenoemde "entropiecodering" volgens Huffmann. Bij de Huffmann-codering wordt een seriële data-stroom beetje bij beetje onderzocht op het statistisch voorkomen van bepaalde codes. Codes die het vaakst aanwezig zijn worden nadien gecodeerd met slechts twee bits. Codes die iets minder vaak aanwezig zijn worden gecodeerd met drie bits. De code die het minst aanwezig is wordt gecodeerd met de langste binaire code die het algoritme toelaat. De combinatie van alle beschreven technieken levert een data-reductie om met gemiddeld een factor 13. De WAV-stroom met zijn snelheid van 1,4 Mb/s kan dus gereduceerd worden tot gemiddeld 107 kb/s. Omdat echter de ingewikkelde signaalbewerkingen alleen terugberekend kunnen worden als er in de datastroom ook nog eens allerlei conversiegegevens worden opgenomen, moet men in de praktijk rekenen met een gemiddelde datastroom van 125 kb/s. Dat past precies in de capaciteit van 128 kb/s, die de twee gecombineerde B-kanalen van een ISDN-aansluiting te bieden hebben. Voor het trage Internet met zijn analoge modems met maximaal 28,8 kb/s transfer-rate is die 125 kb/s nog veel te snel om "real time" audio mogelijk te maken. Vandaar dat als laatste compressie-systeem een radicale frequentie-begrenzing van het audio-signaal is ingevoerd. MP3 levert in de allerhoogste kwaliteit met 125 kb/s een audio-bandbreedte van 20 Hz tot 20 kHz. Door het frequentiebereik aan de hoge kant te beperken, kan men een laatste data-reductie tot stand brengen, maar uiteraard gaat dit wél ten koste van de geluidskwaliteit. De ontwerpers van MP3 hebben dan ook zes kwaliteitsstandaarden gespecificeerd, die ieder het geluidsspectrum slechts tot een bepaalde maximale frequentie doorlaten en die ieder een maximale bit-rate en een specifieke toepassing hebben:

- **"telephone sound"**:
  mode: mono
  maximale frequentie: 2,5 kHz
  maximale bitrate: 8 kb/s (!)
  maximale data-compressie: 96/1 (!)
  toepassing: spraak in telefoon kwaliteit, in "real time" over het Internet te versturen en af te spelen.
- **"better than shortwave"**:
  mode: mono
  maximale frequentie: 4,5 kHz
  maximale bitrate: 16 kb/s
  maximale data-compressie: 48/1
  toepassing: muziek van slechte kwaliteit, maar nog zonder problemen "real time" via een goede Internet-verbinding te verwerken.
- **"better than AM-radio"**:
  mode: mono
  maximale frequentie: 7,5 kHz
  maximale bitrate: 32 kb/s
  maximale data-compressie: 24/1
  toepassing: geluid van betere kwaliteit, geschikt voor snelle volledig digitale Internet-verbindingen.
- **"similar to FM-radio"**:
  mode: stereo
  maximale frequentie: 11 kHz
  maximale bitrate: 64 kb/s
  maximale data-compressie: 26/1
  toepassing: snel downloaden van muziek-clip's, die een goede indruk geven van de muziek, maar waar geen hoge kwaliteitseisen aan worden gesteld.
- **"near-CD"**:
  mode: stereo
  maximale frequentie: 15 kHz
  maximale bitrate: 96 kb/s
  maximale data-compressie: 16/1
  toepassing: uitstekende muziekkwaliteit, in de toekomst geschikt voor het per Internet tegen betaling bestellen van muziek met CD-Audio kwaliteit.
- **"CD"**:
  mode: stereo
  maximale frequentie: >15 kHz
  maximale bitrate: 128 kb/s
  maximale data-compressie: 14/1
  toepassing: professionele audiotoepassingen, bijvoorbeeld geluid via ISDN versturen van een opname-locatie naar de studio.

MP-condensator Afkorting van "Metaal-Papier"-condensator. Een condensator die is samengesteld uit een zeer dun speciaal voorbereide strook papier als diëlektricum, waar aan weerszijden een dunne laag metaal is opgedampt. Deze twee stroken metaal vormen de twee platen van de condensator. MP-condensatoren worden ingebed in een kunststof behuizing, zie figuur 10-657, en verzonken in een epoxy hars. Dergelijke condensatoren worden voornamelijk gebruikt in hoogspanningsschakelingen, zoals ontstoor-netwerken en hebben werkspanningen tot 630 V.



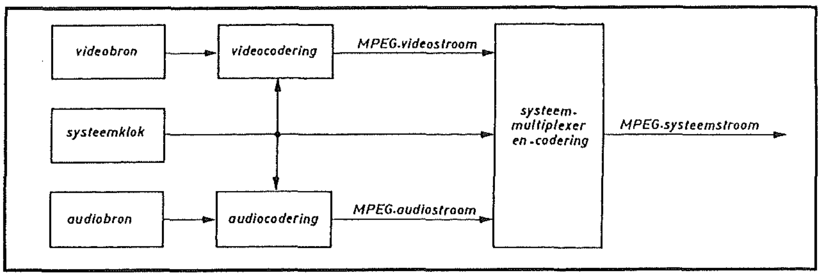
Figuur 10-657: MP-condensator.

MPEG Letterwoord van "Moving Picture Expert Group". Een internationale standaard voor het verwerken van audio- en video-gegevens met een hoge compressie graad. MPEG wordt gebruikt bij Video-CD en DVD. MPEG borduurt verder op de technologieën van de JPEG-technologie. Het grote verschil tussen JPEG en MPEG is dat JPEG beeldje voor beeldje comprimeert, zonder rekening te houden met de samenstelling van een vorig en/of volgend beeldje. MPEG doet dat wél en bereikt een zeer grote datareductie door alle gegevens die hetzelfde zijn in opeenvolgende beeldjes simpelweg te negeren, of beter uitgedrukt, maar één keer te comprimeren en te verzenden in een zogenoemd referentiebeeld. Nadien worden alleen de verschillen tussen opeenvolgende beeldjes opgezocht en verzonden in verschilbeeldjes. Deze techniek noemt men "motion compensation" en het zal wel duidelijk zijn dat hierdoor een immense datareductie wordt verkregen. Nadat de originele videobeeldjes op deze manier zijn omgezet in weinig (omvangrijke) referentiebeeldjes en veel (minder omvangrijke) verschilbeeldjes worden op sommige beeldjes de JPEG-algoritmen losgelaten. Hierbij heeft men gekozen voor de lossy techniek, omdat het kwaliteitsverlies bij bewegende beelden nog veel minder opvalt dan bij statische beelden. Door een combinatie van de "lossy"-JPEG techniek en de "motion compensation"-MPEG techniek en enige compromissen wat betreft resolutie en kleursamenstelling van het beeld is men in staat video die bestaat uit maximaal 30 beeldjes per seconde te verzenden met een datastroom van maximaal 1,2 Mbit/s.
Er blijft dus nog ongeveer 0,2 Mbit/s ruimte over voor het versturen van het geluid. Wat dat betreft was men snel klaar. Philips (alweer) had immers het indrukwekkende "PASC" ontwikkeld dat gebruikt wordt voor de datareductie van geluid in het DCC-systeem. Dit systeem kon, met enige kleine aanpassingen, zonder meer overgenomen worden in het MPEG-systeem. Ook PASC is een lossy techniek, het herwonnen geluid lijkt (technisch bekeken) in feite helemaal niet op het origineel. Maar ook onze oren zijn een even gebrekkig en onnauwkeurig instrument als onze ogen! De eerste standaard voor de consumentenmarkt werd MPEG-1 gedoopt. De technologie werd beschreven in de ISO/IEC normering 11.172.
MPEG-1 heeft onderstaande specificaties:
- Ondersteunde systemen: PAL, SECAM, NTSC
- Beeldopbouw: Niet geïnterlinieerd
- Maximale bitsnelheid video: 1,15 Mbit/s
- Resolutie luminantie: 352 bij 288 pixels voor PAL
- Resolutie chrominantie: 176 bij 144 pixels voor PAL
- Beeldfrequentie: 30 Hz maximaal, in Europa wordt echter gebruik gemaakt van 25 niet geïnterlinieerde beelden per seconde
- Speelduur: Maximaal 72 minuten op één cd, een en ander afhankelijk van de noodzakelijke compressiegraad
- Vertraging bij decoderen: Maximaal 250 ms tussen het ontvangen van de seriële datastroom van een beeldje en het beschikbaar zijn van het herwonnen beeld
- Audiocodering Perceptuele codering van het audiobereik in 32 subbanden met gelijke bandbreedte
- Audiosampling: 32 kHz, 44,1 kHz, 48 kHz
- Audiosysteem: Mono, tweekanaals, stereo, joint stereo
- Audio datastroom: Kan softwarematig ingesteld worden tussen 32 kbit/s en 448 kbit/s, voor Video-CD begrensd tot 200 kbit/s

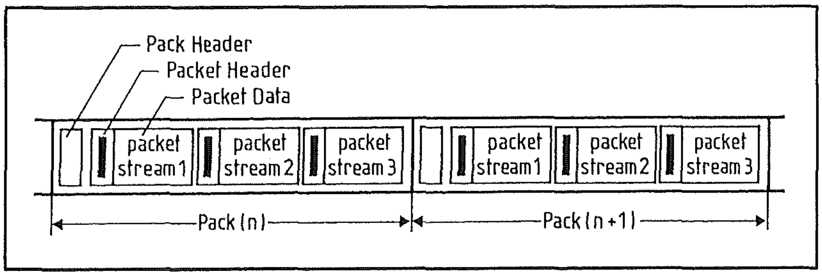
Voor professionele toepassingen werd MPEG-2 ontwikkeld. Deze techniek biedt een veel grotere videoresolutie en mogelijkheden voor het samenvoegen van een groot aantal

FORMAAT	RESOLUTIE	DATASTROOM	KWALITEIT
HDTV	1.920 bij 1.152	30 Mbit/s	ZEER HOOG
EDTV	960 bij 576	10 Mbit/s	BETER DAN PAL
SDTV	720 bij 576	5 Mbit/s	PAL
LDTV	352 bij 288	2 Mbit/s	VHS

Figuur 10-658: MPEG (1).



Figuur 10-659: MPEG (2).



Figuur 10-660: MPEG (3).

videokanalen, voor het versleutelen van de gegevens en voor bescherming tegen overdrachtsfouten tot op bitniveau. Bovendien kan MPEG-2 geïnterlinieerde video verwerken, zodat het beter aansluit op de bestaande TV-technologie. Op audioniveau biedt MPEG-2 veel meer bemonsteringsfrequenties en de mogelijkheid tot meerkanaalsgeluid, zoals het door Dolby ontwikkelde en van de bioscoop bekende "surround sound system". Er kunnen vijf audiostromen gecodeerd worden, terwijl er dan nog ruimte is voor zeven commentaarkanalen. MPEG-2 werd genormeerd in ISO/IEC 13.818 en is in zoverre compatibel met MPEG-1 dat een MPEG-1 datastroom zonder problemen door een MPEG-2 decoder verwerkt kan worden. Een andere belangrijke eigenschap van MPEG-2 is dat er een zogenoemde "low delay"-mode geprogrammeerd kan worden, waarbij de systeemvertraging gereduceerd wordt tot maximaal 100 ms. Hierdoor wordt het systeem geschikt voor real time bidirectionele communicatie, bijvoorbeeld tussen twee beeldtelefoons. MPEG-2 kent vier formaten, waarvan de eigenschappen zijn samengevat in de tabel van figuur 10-658.

Bij het comprimeren van video met geluid moet de compressietechniek rekening houden met drie zaken:

- de compressie van de video-informatie;
- de compressie van de audio-informatie;
- de synchronisatie tussen video en audio.

Dit laatste is een belangrijk punt, want omdat de gegevens naar een seriële code worden omgezet is die synchronisatie niet vanzelf sprekend. Toch is het de bedoeling dat de herwonnen gegevens een lipsynchrone film opleveren!

Het algemene schema van een codering volgens MPEG-1 is samengevat in figuur 10-659. Er zijn twee coders, een voor de video en een voor de audio, een systeemklok en een multiplexer die zorgt dat de gecomprimeerde video- en audiogegevens op de juiste manier tot een seriële datastroom worden gecombineerd. De gegevens worden verpakt in blokken die "pack's" worden genoemd. In één pack kunnen video- en audio-gegevens gemengd worden. Ieder pack wordt voorafgegaan door een zogenoemde "header", waarin de voor het decodeersysteem noodzakelijke gegevens over het soort gegevens in het pack en de toegepaste compressie-algoritmen worden verwerkt. Een pack bestaat uit verschillende zogenoemde "packet's", die weer voorafgegaan worden door een subheader en die alleen video- of audiogegevens bevatten. Dat algemene verzendschema is samengevat in figuur 10-660.

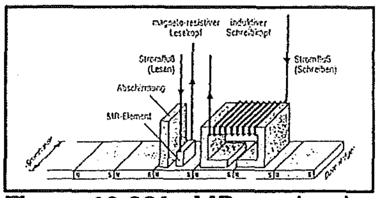
In de packet headers worden "Presentation Time Stamps" opgenomen als tijdreferentie. Deze geven de waarde van de systeemclock weer op het moment dat de gegevens aan de coderingsschakeling worden

aangeboden. In de pack header wordt bovendien een "System Clock Reference" opgenomen. Aan de hand van deze gegevens kan de decodeerelektronica de clock herwinnen en kan ervoor gezorgd worden dat de video- en audiogegevens weer volledig worden gesynchroniseerd. In het kort komt de MPEG-verwerking van een analoog filmsignaal naar de uiteindelijke gecomprimeerde datastroom neer op de volgende procedure:

- Scannen van de filmbeelden in 3 x 8 bit volgens het RGB-kleurenschema en met een hoge resolutie van 720 bij 480.
- Intelligent reduceren van de horizontale en vertikale resolutie met een factor twee (compressieslag 1).
- Omzetten van de RGB-gegevens naar een YUV-schema en intelligente reductie van de chrominantie-gegevens (compressieslag 2).
- Indelen van het beeld in zogenoemde macroblokken van 8 bij 8 pixels.
- Opslaan van een groot aantal macroblokken van opeenvolgende beeldjes in een geheugen en toepassen van motion compensation door middel van forward prediction en bidirectional prediction. Verdelen van de beeldenstroom in zogenoemde I-, P- en B-frames, berekenen van zogenoemde "motion vectors" en berekenen van de zogenoemde "prediction errors" (compressieslag 3).
- Toepassen op de macroblokken van de I-beelden van de zogenoemde DCT, oftewel de "discrete cosinus transformatie".
- De gegevens die hieruit voortkomen onderwerpen aan een zogenoemde "psychovisuele quantiseringsmatrix", waardoor de lossy compressie van JPEG ontstaat (compressieslag 4).
- De gequantiseerde gegevens van een macroblok zigzaggend omzetten in een seriële datastroom.
- De JPEG-gecomprimeerde gegevens van de I-frames weer combineren met de gegevens van de P- en B-frames en deze in een bepaalde volgorde samenvoegen tot één datastroom.
- De seriële gegevens onderwerpen aan een zogenoemde "run length codering" (compressieslag 5).
- De omgezette gegevens comprimeren door middel van een zogenoemde "entropiecodering" op basis van het Huffmann-algoritme (compressieslag 6).

MPU Afkorting van "Micro Processor Unit", een alternatieve benaming voor een microprocessor die vaak in Amerikaanse blokschema's wordt toegepast.

MR-technologie Een moderne technologie die wordt toegepast bij de fabricage van koppen voor harde schijven. De afkorting MR is afgeleid van het woord "magneto-resitief". Sommige stoffen hebben de eigenschap dat zij hun soortelijke weerstand veranderen onder invloed van een magnetisch veld. Dit fysische verschijnsel staat ook bekend als "Hall-effect".
Weerstandsvariaties tot 2 % kunnen, zelfs bij de zeer zwakke magnetische velden die bij harde schijven aan de orde zijn, gemakkelijk gegenereerd en nadien gedetecteerd worden. MR-koppen die volgens het beschreven principe werken, zijn in feite samengesteld uit twee verschillende systemen. Voor het schrijven van de signalen worden nog steeds inductieve koppen gebruikt, opgebouwd volgens de dunne-film technologie. Voor het lezen wordt echter een magneto-resitieve kop gebruikt. In figuur 10-661 is een schematische voorstelling van de samenstelling van een dergelijke kop getekend. Het MR-element is slechts 30 nm dik, oftewel 0,000.000.030 meter! Dank zij deze kleine afmeting is het element veel beter in staat de magnetische informatie uit zeer smalle sporen af te lezen dan de traditionele inductieve leeskoppen.



Figuur 10-661: MR - technologie.

Uit natuurkundige overwegingen moet het MR-element op hetzelfde elektrische potentiaal staan als het oppervlak van de schijf. Is dat niet het geval, dan zouden er bij een "headcrash", het verschijnsel dat de kop te pletter slaat op de schijf, grote stromen gaan lopen tussen schijfoppervlak en kop, hetgeen tot vernietiging van het MR-element zou kunnen voeren. Om dit probleem op te lossen moet er in de MR-kop een afleidingscontact geïntegreerd zijn, dat er voor zorgt dat er nooit een potentiaalverschil tussen kop en plaat kan ontstaan. De MR-koppen hebben tal van voordelen, waarvan de voornaamsten zijn:

- het uitgelezen signaal is onafhankelijk van het toerental van de schijf;

(wordt vervolgd)

- door de zeer kleine afmetingen is de spoorgeleiding minder kritisch;
- betere signaal-ruis verhouding;
- lezen-na-schrijven mogelijk.

Een groot voordeel van de MR-kop is dat het uitgelezen signaal volledig onafhankelijk is van het toerental van de schijf. Zelfs in stilstaande toestand zal de MR-kop het signaal, dat er onder aanwezig is, kunnen lezen. Dat betekent dat men in principe schijven met kleinere diameters kan toepassen. Een probleem bij rond draaiende schijven is immers dat de omtreksnelheid daalt naarmate men het middelpunt nadert. Omdat de traditionele inductieve leeskoppen een vrij hoge omtreksnelheid nodig hebben om een bruikbaar elektrisch signaal op te wekken, kan men niet te dicht bij het middelpunt van de schijf werken. Daar is immers de omtreksnelheid het laagst. Bij MR-koppen vervalt dit probleem geheel en al, zodat men veel kleinere schijfdiameters kan gaan gebruiken. De inductieve schijfkop heeft veel grotere afmetingen dan de MR-leeskop. Het gevolg hiervan is dat bij het lezen van de informatie de uiterst smalle leeskop altijd het volledige magnetische signaal zal oppikken. Het positioneringsmechanisme van de kop moet al erg grote afwijkingen vertonen, wil de MR-kop van het spoor lopen en minder signaal gaan afgeven. Een inductieve kop pikt niet alleen het magnetisch veld van de gegevens op de schijf op, maar ook allerlei stoorsignalen. Dit noemt men de ruis. Het zal duidelijk zijn dat deze ruissignalen tot leesfouten kunnen leiden. Ook op dit gebied hebben MR-koppen grote voordelen. De signaal/ruisverhouding is ongeveer twee tot vijf maal beter dan bij de traditionele inductieve koppen. Doordat ieder kop afzonderlijke systemen heeft om te schrijven en te lezen, kan men heel eenvoudig een lees-na-schrijf principe gaan toepassen. Hierbij leest de MR-kop onmiddellijk na het schrijven de gegevens weer uit, zodat foutcorrectietechnieken zeer snel kunnen ingrijpen als er foutieve gegevens geschreven worden.

Een inductieve kop werkt symmetrisch. Voor de opgewekte elektrische spanning maakt het niet uit of de kop door een zuid/noord dan wel door een noord/zuid magnetisch veld beweegt. Bij een MR-kop ligt dit echter anders. In beide gevallen zal de kop signalen van verschillende grootte genereren. Dit is lastig, omdat het dan problematisch wordt om een goed spoorgeleidingssysteem te ontwerpen. Vandaar dat sommige fabrikanten zijn overgegaan op de zogenoemde DSMR-techniek. Dit letterwoord is de afkorting van "Dual Stripe Magneto Resistive". Hierbij worden in iedere kop twee MR-elementen ondergebracht, die in anti-serie worden geschakeld. Het gevolg hiervan is dat het ene element een groot signaal zal genereren bij een noord/zuid magnetisch veld en de tweede kop een klein signaal. Maar, anderzijds, de eerste kop zal een klein signaal genereren bij een zuid/noord veld en de tweede kop een groot signaal. Door de anti-serie schakeling zal de combinatie van beide MR-elementen in beide gevallen alleen een verschilsignaal genereren. Deze verschilsignalen zijn even groot. De DSMR-technologie heeft als bijkomstig voordeel, dat de signaal/ruisverhouding nog groter wordt en dat de noodzaak van een afleidingscontact vervalt. Men kan nu immers het middelpunt van de serieschakeling van beide MR-elementen met de massa verbinden, waardoor nooit ofte nimmer grote spanningsverschillen tussen de kopconstructie en het oppervlak van de schijf kunnen ontstaan.

Een door IBM ontwikkelde technologie, die GMT wordt genoemd, verbetert de specificaties van MR-koppen in belangrijke mate. GMT staat voor "Giant Magneto Resistive". Hierbij wordt de MR-kop niet samengesteld uit een welbepaald metaal, maar uit een sandwich. De meest gebruikte constructie bestaat uit afwisselende lagen van een magnetische nikkel/ijzerlegering en niet-magnetisch zilver. Deze lagen worden opgedampt op een substraat (drager) van tantalium. Nadat alle lagen zijn opgedampt, wordt het substraat verhit tot ongeveer 300 °C. Hierbij dringen de zilver atomen in de nikkel/ijzer legering binnen. Hierdoor ontstaan zeer kleine zogenoemde magnetische domeinen in het materiaal. Het gevolg is dat het materiaal veel gevoeliger wordt voor magnetische velden, waardoor weerstandsvariaties van ongeveer 6 % in de praktijk haalbaar zijn. Dat is dus ongeveer drie keer meer dan bij de traditionele MR-koppen. Het gevolg is dat de spoorbreedte op het oppervlak van de harde schijf kleiner kan worden en dat de gegevensdichtheid toeneemt. Bij een in 1994 ontwikkelde experimentele harde schijf met GMR-koppen kon de spoorafstand tot 0,5 μm verkleind worden. In

diverse laboratoria wordt gewerkt aan sandwich-constructies van andere metalen, in de hoop dat de gevoeligheid van het aldus ontstane GMR-materiaal nog verder opgevoerd kan worden. De verwachtingen zijn dat reeds in het jaar 2000 harde schijven verkrijgbaar zijn met koppen volgens de GMR-technologie, met gegevensdichtheden van rond 10 GB per vierkante inch. IBM heeft reeds in 1989 een eerste experimentele MR-schijf ontworpen. Hiermee konden gegevensdichtheden van niet minder dan 1 GB per vierkante inch bereikt worden. In 1991 kwam de eerste commerciële uitvoering van een harde schijf met MR-koppen in de handel. Diverse fabrikanten zijn op dit moment volledig omgeschakeld naar de MR-technologie voor al hun schijven met een capaciteit die groter is dan 1 GB.

MS-DOS Afkorting van "MicroSoft Disk Operating System". Hét bedrijfssysteem waarmee de PC én MicroSoft groot zijn geworden. De allereerste versie van MS-DOS werd binnen zes weken ontwikkeld en was in grote mate een cloon van het CP/M bedrijfssysteem, omgezet naar Intel's 8088 processor. MS-DOS is in alle versies in basis een single user bedrijfssysteem dat maar één programma tegelijkertijd kan uitvoeren en dat slechts 1 MB geheugen kan aanspreken. Hiervan staat 640 kB ter beschikking voor de applicatie die op een bepaald moment gestart is. Bij de eerste versies waren een aantal MS-DOS commando's directe aanroepen naar instructies uit het bijgeleverde MS-BASIC. Door het zowel door Intel als MicroSoft gehanteerde compatibliteits-principe zijn ook de moderne versies van MS-DOS niet veel beter dan de allereerste. Met het op de markt verschijnen van Windows 95 werd voor het eerst de automatische koppeling "PC/MS-DOS" doorbroken.

MSI Letterwoord van "Medium Scale Integration". Men spreekt van MSI als er meer dan tien, maar minder dan 100 poorten worden geïntegreerd of als een geheugenchip tot 1.024 bits kan bevatten.

MSPS Afkorting van "Million Samples Per Second". Een eenheid die wordt gebruikt bij analoog naar digitaal omzetters en die beschrijft hoeveel digitale monsters de schakeling per seconde van het analoge ingangssignaal maakt.

MSW Afkorting van "Machine Status Woord". Een stuur- en status-register van de 80286 processor, bestemd voor de protected mode.

MSX Afkorting van "MicroSoft eXtended". Een door MicroSoft ontwikkeld bedrijfssysteem voor de MSX-computers. MSX was een poging om tot een internationale standaard te komen voor huiscomputers. De markt werd immers verdeeld tussen volledig incompatibele apparaten als Sinclairs Spectrum, Commodores C64 en de Atari-computers. Onder leiding van Philips en Sony werd een internationaal consortium opgericht met als doel het formuleren van een hardware- en software-standaard voor huiscomputers. MSX lijkt nogal op MS-DOS en werd vergezeld door MSX-BASIC, een uiterst krachtige BASIC programmeertaal. MSX is echter nooit echt doorgebroken, op het laatst bracht alleen Philips nog nieuwe apparatuur op de markt, onder andere de MSX-2 computer met 128 B geheugen.

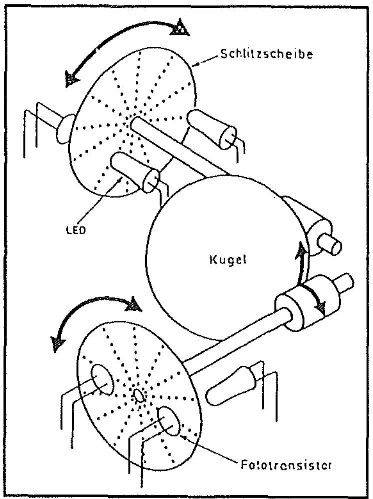
MTBF Afkorting van "Mean Time Between Failures", de gemiddelde tijdsduur tussen defecten. MTBF geeft de gemiddelde tijd aan tussen twee defecten die leiden tot het uit bedrijf zijn van het betreffende apparaat. MTBF wordt bijvoorbeeld gebruikt als kwaliteitsbeoordeling van harde schijven.

Muis Het verschijnsel "muis" is voor de PC-gebruiker/ster een vrij nieuw verschijnsel. Terwijl Apple- en Atari-computers al lang standaard werden voorzien van een muis, moest de PC het nog steeds doen met de vier armzalige cursortoetsen. Eerst met het op de markt komen van de zogenoemde "grafische oppervlakteschillen" GEM en Windows (volledig afgekeken van genoemde computers) werd de muis een standaard verschijnsel op de PC. Er bestaan verschillende soorten muizen:
- mechanische muizen;
- optische muizen;
- rugmuizen;
- muistableau's.

Daarnaast bestaan ook nog eens draadloze muizen die echter niet wezenlijk anders werken dan de vier eerder genoemde soorten, maar waarbij de draadverbinding tussen muis en computer vervangen is door een draadloze infrarode of hoogfrequente link.
De basiswerking van iedere muis is in wezen identiek. Een willekeurige beweging over een tafel of op een speciale muismat wordt door de elektronica in de muis ontleed in twee bewegingen langs de horizontale en langs de vertikale as. Uiteraard staan deze twee deelbewegingen loodrecht op elkaar. Hierbij evalueert de hardware niet alleen de snel-

heid van de beweging maar ook de richting. De muis zendt bij iedere beweging een seriële code, bestaande uit vijf bytes uit. In deze code zit niet alleen informatie over de snelheid en de richting van de muisbeweging, maar ook over het indrukken van een van de muisknoppen. Deze code wordt aangeboden aan de seriële poort van de PC (COM1 of COM2) of via een uitbreidingskaart aan het systeem medegedeeld. De muisdriver die bij het opstarten van het systeem resident in het geheugen wordt geladen evalueert de ontvangen codes en vraagt telkens een interrupt bij de processor aan. Via rechtstreekse register-beïnvloeding in de elektronica van de grafische kaart wordt de muiscursor op het scherm gezet. Vandaar dat het kan voorkomen dat een programma muurvast zit, maar dat men de muiscursor nog vrolijk over het scherm kan bewegen.
Het is alleen de manier waarop de willekeurige muisbeweging in twee loodrecht op elkaar staande verplaatsingsvectoren wordt omgezet, die verschilt van muistype tot muistype.
De constructie van een mechanische muis is schematisch voorgesteld in figuur 10-662. Hart van het apparaat is een vrij grote en zware metalen kogel, die in de meeste gevallen bekleed is met een laagje siliconenrubber. Deze kogel kan vrij bewegen in een bolvormige kooi, waarbij drie met veertjes tegen de kogel gedrukte rubber rolletjes er voor zorgen dat de kogel zo goed als wrijvingsloos in de bolvormige kooi kan draaien. Een van deze rolletjes dient alleen voor het omschreven doel, de twee overige hebben de belangrijke functie de willekeurige beweging van de bol om te zetten in horizontale en vertikale bewegingsvectoren.
De twee rolletjes staan onderling in een loodrechte stand. Als de kogel draait in de met een pijltje aangegeven richting zal het onderste rolletje deze beweging volgen. Het andere rolletje zal echter niet draaien, omdat dit zich precies op de middellijn van de bolbeweging bevindt. Het is alsof de as van de draaiende bol op dat moment door dit andere rolletje gaat. Een beweging in de getekende richting brengt dus één rolletje aan het draaien, terwijl het andere niet beweegt. Het zal duidelijk zijn dat de rollen omkeren als de beweging van de bol 90 graden draait. Dan zal het achterste rolletje de beweging volgen en het onderste onbeweeglijk blijven. Als de bol een willekeurige beweging gaat uitvoeren, zullen beide rolletjes gaan draaien en wel met een snelheid die evenredig is met de verdraaiïng van de bol in hun richting. Op deze eenvoudige, maar zeer ingenieuze manier wordt de willekeurige beweging van de bol ontleed in twee verplaatsingsvectoren, die loodrecht op elkaar staan. De bewegingen van de twee loodrecht op elkaar geplaatste assen moeten nu omgezet worden in digitale pulsen, die door het systeem van de computer ingelezen kunnen worden en door de muisdriver geëvalueerd. Er moeten natuurlijk twee verschillende parameters gemeten worden, namelijk:
- de snelheid van de verplaatsing;
- de richting van de verplaatsing.

Hoe sneller de kogel draait, hoe sneller ook de twee rolletjes zullen draaien.

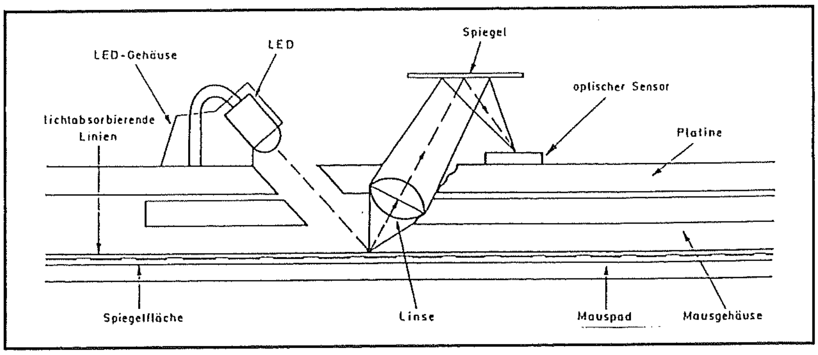


Figuur 10-662: Muis (1).

Het komt er nu op aan deze snelheden te meten en om te zetten in elektrische signalen. Aan de rolletjes zijn assen gekoppeld, aan het uiteinde voorzien van zogenoemde gatenschijven. Dat zijn dunne, zwarte schijfjes, rondom voorzien van een groot aantal kleine gaatjes. Op twee plaatsen draaien deze schijven tussen optische onderbrekingskoppelaars. Zo'n onderdeel bestaat uit een klein kunststof blokje, waarin een gleuf is aangebracht. Aan de ene zijde van de gleuf is een infrarood licht uitstralende diode ondergebracht (LED), aan de andere zijde een optische halfgeleider die gevoelig is voor dat licht. Als er niets in de gleuf aanwezig is valt het licht van de infrarode LED op de lichtgevoelige halfgeleider. Dit onderdeel gaat elektrisch geleiden en zal in de meeste gevallen een "H"-signaal afgeven. Plaatst men iets in de gleuf dat infrarood licht tegen houdt, dan wordt de lichtstraal onderbroken en wordt de lichtgevoelige halfgeleider niet belicht. Dit onderdeel gaat dan sperren, er vloeit geen stroom doorheen hetgeen in de meeste gevallen

overeen komt met een "L"-signaal. Als de gatenschijven in de muis tussen de twee optische onderbrekingskoppelaars doordraaien, zal het gatenpatroon in de schijf er voor zorgen dat er afwisselend wél en géén infrarood licht op de fotogevoelige halfgeleider valt. Het gevolg is dat deze voortdurend omschakelt van sperren naar geleiden en een afwisselend "L"- en "H"-signaal afgeeft. Er ontstaat dus een elektrisch pulsvormig signaal op de uitgang. Het zal duidelijk zijn dat het aantal pulsjes per seconde (de frequentie) recht evenredig is met de omtreksnelheid van de schijven. Hoe sneller de schijven draaien, hoe sneller de gaatjes in de schijf de lichtstraal doorlaten en weer verbreken. Op deze manier kan de elektronica bepalen met wat voor snelheid de muis over de tafel wordt bewogen. De verhouding tussen de horizontale en vertikale frequenties kan gebruikt worden om de willekeurige beweging van de muis te reconstrueren op het scherm.

Natuurlijk moet de elektronica ook in staat zijn te detecteren in welke richting de muis over tafel bewogen wordt. Om de bewegingsrichting te detecteren wordt gebruik gemaakt van een elektronisch principe dat bekend staat onder de naam "quadratuur-modulatie". Zoals reeds geschreven draait iedere schijf tussen twee optische onderbrekingskoppelaars. Deze zijn nu zo aangebracht dat als de ene koppelaar precies midden in een gat staat de tweede net op het randje van een ander gat staat. Dit wordt verduidelijkt aan de hand van figuur 10-663 waarin een segment van de gatenschijf werd "recht gebogen"

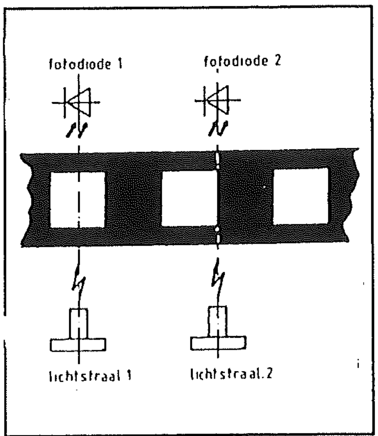


Figuur 10-664: Muis (3).

en werd verondersteld dat de twee optische koppelaars naast elkaar staan. In de praktijk staan deze meestal aan weerszijden van de schijf, maar dat maakt voor het principe niets uit. Door deze specifieke opstelling van de twee koppelaars rond de schijf kan de elektronica heel eenvoudig bepalen in welke richting de schijf draait. Er ontstaat voor iedere richting een typisch bitpatroon, bijvoorbeeld bestaande uit de bitcombinaties "H-H", "L-H", "L-L" en "H-L". Nadien herhaalt deze volgorde zich.

De twee uitgangssignalen zijn als het ware 90 graden in fase verschoven. Als de schijf echter van rechts naar links draait, zal een ander bitpatroon ontstaan, namelijk een fasedraaiïng over 90 graden in de andere richting. Het is voor de elektronica (of de software) heel eenvoudig om die twee typische bitpatronen te herkennen.

Optische muizen worden gekenmerkt door het feit dat zij géén bewegende onderdelen bevatten. Zij werken dus volledig volgens elektro-optische principes. Hoewel dit een groot voordeel lijkt (mechanische onderdelen slijten en vervuilen), hebben optische muizen ook een groot nadeel.

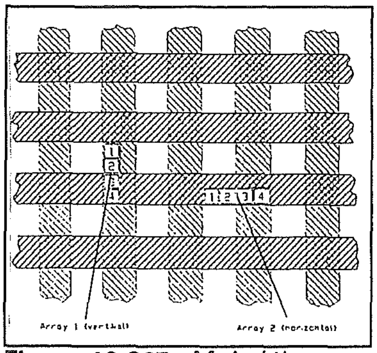


Figuur 10-663: Muis (2).

Deze muizen kunnen niet over een willekeurig plat oppervlak bewogen worden, maar moeten gestuurd worden over een speciale, bij de muis geleverde muismat. Deze speciale matten zijn vrij klein, een lengte van 25 cm en een hoogte van 20 cm is standaard. De muis glijdt soepel over deze muismat, doordat de onderzijde van de muis voorzien is van twee vilten strippen. In de muis zitten elektronische onderdelen die licht uitstralen. Dat licht wordt al dan niet gereflecteerd door het bedrukte oppervlak van de speciale muismat. Het gereflecteerde licht wordt opgevangen door fotogevoelige sensoren. Door het op een speciale manier bedrukken van het oppervlak van de muismat zal het licht afwisselend worden

(wordt vervolgd)

teruggekaatst of geabsorbeerd. De fotodetectoren vangen dit op en aan de hand van deze gegevens kan worden bepaald in welke richting en met welke snelheid de muis over de muismat wordt bewogen.
Het werkingsprincipe van een optische muis wordt toegelicht aan de hand van figuur 10-664. De muismat heeft een reflecterend oppervlak, dat echter bedrukt is met een horizontaal en vertikaal lijnenpatroon, zie figuur 10-665. De horizontale lijnen absorberen infrarood licht, de vertikale lijnen zichtbaar rood licht. Soms zijn de lijnen vervangen door een raster van puntjes. De optisch gevoelige sensoren hebben afmetingen die overeen komen met de afstand tussen de lijnen of de puntjes. Bovendien heeft ieder array niet één gevoelig oppervlak, maar diverse. In het voorbeeld bestaat ieder array in feite uit vier zeer kleine, in een rij opgestelde optische sensoren. De ene sensor (array 1) is gevoelig voor infrarood licht, de tweede (array 2) voor zichtbaar rood licht.

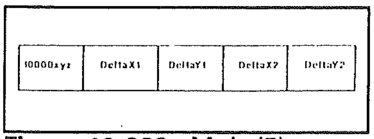


Figuur 10-665: Muis (4).

Stel nu dat de muis uit het getekende voorbeeld van onder naar boven wordt bewogen. Sensor-array 1 beweegt over een vertikale lijn op de muismat. Omdat deze lijnen het rode licht absorberen, zal deze sensor alleen de reflectie van het infrarode licht door de horizontale lijnen detecteren. Als de muis van onder naar boven beweegt zal eerst sensor 1 van het array in de door een horizontale lijn opgewekte infrarode schaduw komen. Nadien ondergaan de sensoren 2, 3 en 4 dit lot. In de sensoren worden dus signalen opgewekt. De elektronica kan nu, door deze signalen te evalueren, afleiden dat de muis van onder naar boven wordt bewogen. Bovendien kan de snelheid van de beweging worden berekend. Hetzelfde verhaal geldt uiteraard als men de muis van links naar rechts over de muismat verplaatst. Nu zal array 2, gevoelig voor rood licht, de absorbtie van het rode licht door de vertikale lijnenstructuur detecteren. Deze sensor zal nu vier signalen opwekken, die weer door de elektronica geëvalueerd kunnen worden op snelheid en bewegingsrichting. Als de muis in een willekeurige beweging over de muismat wordt verplaatst, zullen beide sensor-array's signalen genereren. Door het vergelijken van deze signalen kan de elektronica de horizontale en vertikale verplaatsingsvectoren berekenen. Door de array's met vier sensoren wordt weer een soort van quadratuur-modulatie toegepast. De faseverschuiving tussen de signalen bepaalt de richting waarin de muis wordt verplaatst. Men kan zich de vraag stellen waarom het noodzakelijk is ieder sensor-array op te bouwen uit vier sensoren. In principe volstaat het twee sensoren toe te passen, net zoals de twee optische koppelaars per schijf bij de mechanische muizen. Dit wordt gedaan om de gevoeligheid van het systeem te verbeteren. Het licht dat door de twee LED's wordt uitgestraald legt een ingewikkelde weg af. Vandaar dat het contrast tussen gereflecteerd licht en geabsorbeerd licht niet erg groot is. Met slechts twee sensoren zou het in de sensoren gegenereerde signaalverschil tussen wél belicht en niet belicht niet erg groot zijn. Als men vier sensoren per array toepast bestaat de mogelijkheid een eenvoudig elektronisch truukje toe te passen om de gevoeligheid van het systeem te vergroten. Men gaat nu het verschil tussen de uitgangssignalen van twee sensoren berekenen en dit verschil vergelijken met het verschil tussen de uitgangssignalen van de twee overige sensoren. Op deze manier neemt de gevoeligheid van het systeem toe en bestaat er een duidelijk onderscheid tussen het uitgangssignaal in belichte en niet belichte toestand.
De muis communiceert over slechts één lijn met de COM-poort en het zal dus zonder meer duidelijk zijn dat de signalen in een seriële vorm verstuurd moeten worden. Dat gebeurt onder de vorm van een woord dat uit vijf bytes bestaat. Dit woord wordt uitgezonden als:
- een van de drukknoppen wordt ingedrukt of losgelaten;
- zolang de muis verplaatst wordt.

Deze signalen wekken, via de muisdriver, interrupts INT33h op die het plaatsen van de muiscursor op het scherm besturen. Ieder van de vijf tekens bestaat uit:
- een startbit;
- 8 databits (1 byte);
- 1 stopbit.

Er wordt geen pariteit toegepast, de snelheid is gestandaardiseerd op 1.200 bit/s. De samenstelling van de vijf bytes is geschetst in figuur 10-666.



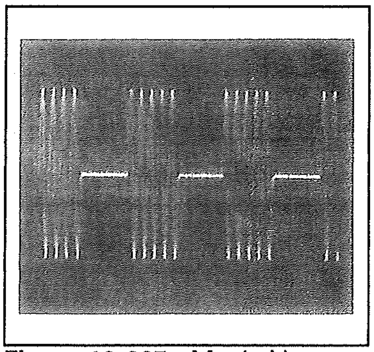
Figuur 10-666: Muis (5).

De vijf eerste bits van het eerste byte van het woord bevatten steeds de code "H-L-L-L-L". Deze code kan door de software gedetecteerd worden als begin van een muiswoord. De drie laatste bits X, Y en X definiëren de status van de drie (of twee) drukknoppen. Een ingedrukte toets komt overeen met een "L". X geeft de status van de linker toets, Y deze van de middelste toets en Z deze van de rechter toets. Nadien volgen vier bytes DeltaX1, DeltaY1, DeltaX2 en DeltaY2, die de positieverandering van de muis weergeven sinds het vorige woord werd verstuurd. X registreert de horizontale bewegingen, Y de vertikale. De waarden van de Delta's kan liggen tussen -128 en +127. De positieve getallen worden in binaire code uitgezonden, de negatieve in het 2-complement formaat. Positieve getallen staan voor bewegingen van links naar rechts respectievelijk van onder naar boven. De bewegingen worden genoteerd in honderdsten van een inch, de eenheid van X en Y is dus omgerekend 0,254 mm. Als de muis niet wordt bewogen, maar alleen een knop wordt geactiveerd, bevatten de Deltabytes de decimale code 00. Het uitgezonden woord bevat dan bijvoorbeeld de decimale codes 83-00-00-00-00.

Mu-law De standaard die in Noord-Amerika wordt toegepast bij het logaritmisch digitaliseren van telefoonsignalen. Door deze niet-lineaire digitalisering neemt de signaal/ruisafstand toe en daarmee ook het dynamisch bereik. In Europa wordt A-law toegepast.

Multiband Een ontvanger wordt multiband genoemd, als hij in staat is verschillende banden te ontvangen, bijvoorbeeld korte golf, midden golf en lange golf.

Multiburst generator Een (sinus)generator waarvan de uitgang voorzien is van een poort. Die poort laat bijvoorbeeld tien perioden van het signaal door en spert gedurende de eerstvolgende tien perioden. Het uitgangssignaal van een multiburst generator is getekend in figuur 10-667.



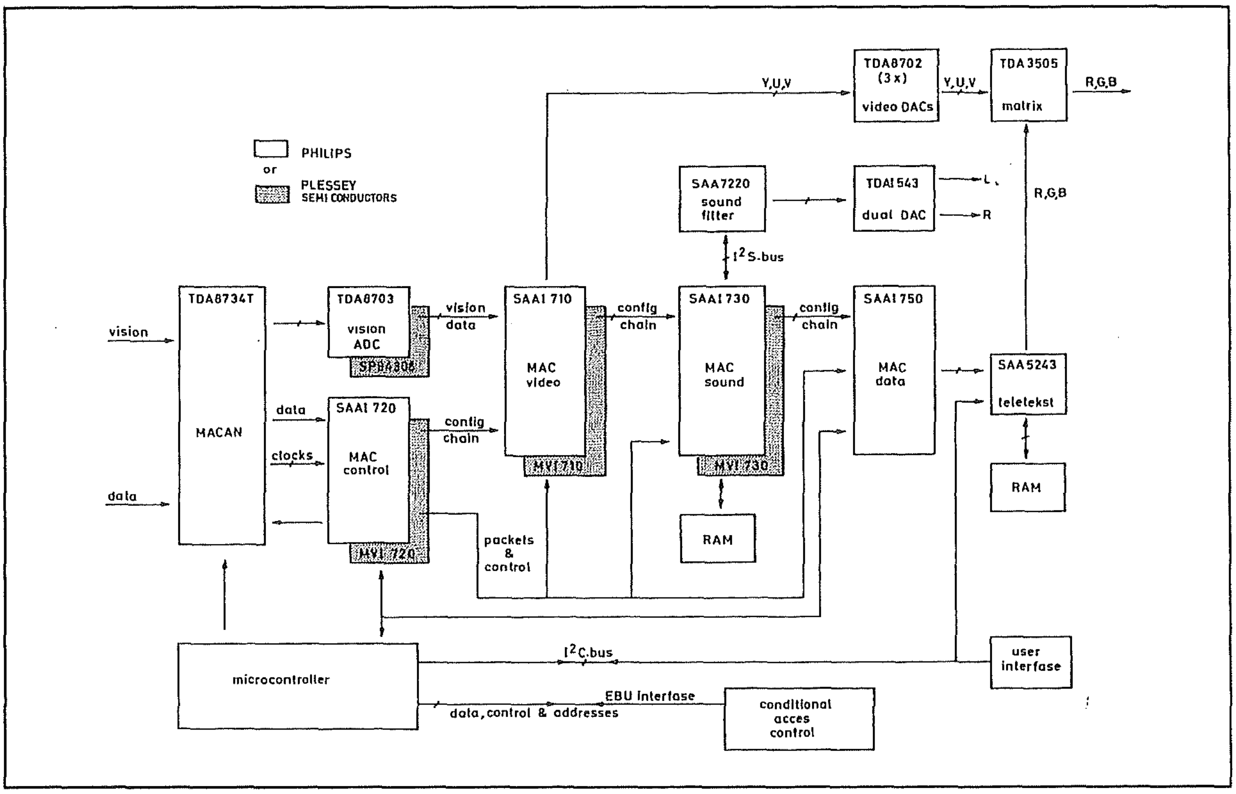
Figuur 10-667: Multiburst generator.

Dergelijke signalen kunnen bijvoorbeeld worden gebruikt voor het meten van het maximale piekvermogen van een versterker.

Multi Color Graphic Adapter Zie MCGA.

Multilayer Een techniek bij het ontwerpen en vervaardigen van printen, waar de kopersporen niet alleen op één zijde van de print staan, maar op meerdere zijden. Het bekendste voorbeeld is uiteraard de dubbelzijdige print, waar een deel van het koperpatroon zich op de componentenzijde bevindt. Verbindingen tussen het koperpatroon op de ene en de andere zijde worden gemaakt door zogenoemde "doormetalisering". Door het koperspoor op de ene en het koperspoor op de andere zijde wordt een gaatje geboord, waarvan de randen verkoperd worden zodat er een elektrische verbinding doorheen de print tussen beide sporen ontstaat.
Voor zeer complexe printen, zoals moederborden van computers, volstaat deze dubbelzijdige techniek echter niet meer. Men werkt dan met meerdere dunne printen, die ieder een deel van het volledige sporenpatroon bevatten en die op elkaar worden gelijmd. Doorverbindingen worden op de beschreven manier door middel van gemetaliseerde gaatjes uitgevoerd.

MultiMAC Een technologie voor het decoderen van alle gespecificeerde "Digital Broadcast Standard" (DBS) signalen. Er zij drie MAC-standaarden voor digitale TV-transmissie ontwikkeld, namelijk C-MAC, D-MAC en D2-MAC. Om al deze signalen te kunnen decoderen is er door een consortium van elektronica-bedrijven, waaronder Nordic, Plessey en Philips, een reeks van geïntegreerde schakelingen ontwikkeld. Deze IC's zijn ontwikkeld in 1,5 µm CMOS-technologie onder de vorm van ASIC's en vormen een chip-set, bestaande uit vier schakelingen:
- SAA1720: MAC stuurschakeling;
- SAA1710: MAC videoschakeling;
- SAA1730: MAC geluidsverwerking;



Figuur 10-668: MultiMAC.

- SAA1750: MAC gegevensverwerking.

Deze chip-set wordt door de diverse TV-fabrikanten aangevuld met specifieke schakelingen. Zo heeft Philips MACAN-schakelingen ontwikkeld, afkorting van MAC ANalog. Deze nemen de verdere analoge verwerking van de gedecodeerde signalen voor hun rekening. Het blokschema van de MultiMAC chip-set is getekend in figuur 10-668.

MultiMedia Een modekreet waarmee wordt bedoeld dat een bepaalde computerapplicatie niet alleen communiceert door middel van tekst, maar ook via illustraties, tekenfilm, video en audio.

Een MultiMedia CD-ROM heeft meestal een opstartprogramma dat er voor zorgt dat teksten, illustraties, tekenfilmpjes en videofragmenten in eigen venstertjes op het beeldscherm worden weergegeven en dat de audiogegevens naar de audiokaart van het systeem stuurt.

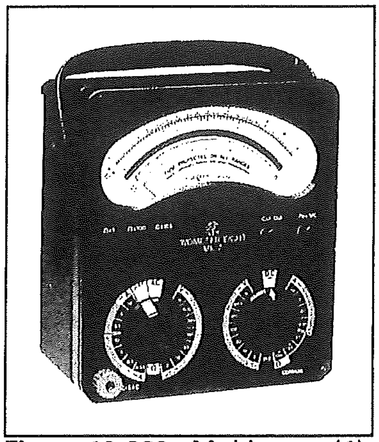
MultiMedia protocol Afgekort tot MMP, een protocol dat standaard in de MP3 muziekcode is verweven en dat een soort van auteursrechtelijke bescherming moet bieden. De groei in de verspreiding van MP3-gecodeerde audio-informatie via algemeen toegankelijke kanalen als het Internet heeft natuurlijk auteursrechtelijke consequenties. Muziek valt onder de auteurswet en mag niet zomaar gratis verspreid worden. Om dit probleem te ondervangen hebben de ontwerpers van MP3 een soort protectie-protocol gedefinieerd, dat momenteel standaard in de MP3-code is verweven. Dit protocol, "MultiMedia Protection Protocol" genoemd, heeft de onderstaande opties:

- Unlocking playback:
  MP3-files kunnen zonder enige beperking worden afgespeeld op de eigen PC-configuratie.
- Copyright Protection:
  De audio-data kunnen voorzien worden van een bepaalde code, waardoor zij alleen in "real time" van een server naar een client kunnen worden gestuurd voor weergave in een WWW-browser, maar waarbij het onmogelijk is de datastroom op te slaan op de harde schijf van de client.
- Title Associated Data:
  De MP3-code wordt voorzien van gegevens over componist, uitvoerende(n) en au-

teursrechten. Deze gegevens worden in het venster van de MP3-player zichtbaar.
- Expire Date:
  Een uiterste gebruiksdatum kan in de MP3-data verweven worden. Nadien kan de file niet meer afgespeeld worden.

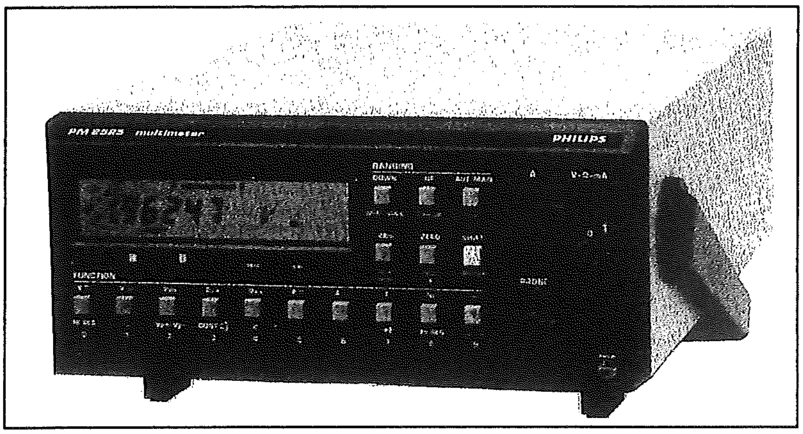
Opticom heeft een zogenoemde "MMP-tagger" ontwikkeld, die de MMP-gegevens in een MP3-stroom kan verwerken.

Multimeter Een analoge of digitale meter, die in staat is minstens gelijkspanning, wisselspanning, gelijkstroom, wisselstroom en weerstanden te meten. Vandaar dat dergelijke meters ook wel eens AVO-meters worden genoemd. Tientallen jaren lang was de beroemde AVO-meter (zie figuur 10-669) van het al even beroemde Engelse bedrijf AVO hét voornaamste meetinstrument van de elektrotechnicus. Deze rubuuste, nauwkeurige en onverwoestbare meters hebben generaties studenten de grondbeginselen van de meettechniek bijgebracht.



Figuur 10-669: Multimeter (1).

Tegenwoordig werken multimeters digitaal en zijn, dank zij de toepassing van microprocessoren, uitgegroeid tot meesterwerken der techniek.



Figuur 10-670: Multimeter (2).

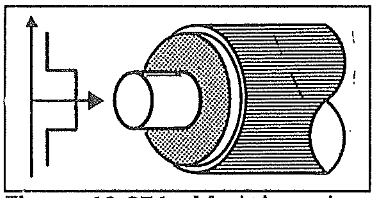
Naast de genoemde basisgrootheden meten zijn dB's, vermogens, capaciteiten, inductanties, temperaturen en geleidbaarheden. Bovendien bevatten zij automatische functies om de minimum en maximum meetwaarden in een geheugen op te slaan, relatieve metingen uit te voeren en de gegevens via een interface naar een computer te sturen. In figuur 10-670 is een voorbeeld van een dergelijke moderne multimeter voorgesteld.

Multimodus glasvezel Een glasvezel kabel, waarbij de lichtstralen verschillende zogenoemde "paden" hebben om de kabel te doorlopen. De lichtgeleidende kern is dus vrij dik. E bestaan twee soorten multimodus kabels:
- de multimodus step index - kabel;
- de multimodus gradiënt kabel.

De samenstelling van de step index kabel is getekend in figuur 10-671.

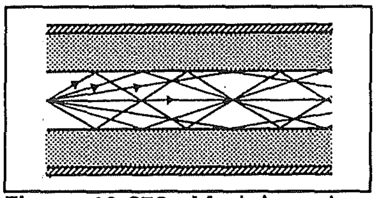
Naast de doorsnedetekening staat een grafiekje, dat het verloop van de brekingsindex aangeeft.

Er bestaat een duidelijke stap in de brekingsindex, namelijk op het scheidingsvlak van kern en mantel. Vandaar de benaming "step index".



Figuur 10-671: Multimodus glasvezel (1).

De core is relatief dik, tussen 50 en 200 μm en vandaar is deze kabel tamelijk eenvoudig te maken. Deze verscheen dan ook als eerste op de markt. De prijs van dit soort kabels is, vanwege de eenvoudige fabricage, laag. Bovendien is het, vanwege de dikte van de core, vrij eenvoudig mogelijk om deze kabels aan elkaar te koppelen of het einde van de kabel te focusseren op de zender en de ontvanger, hetgeen nog eens een belangrijke kostenreductie met zich mee brengt. Het grootste nadeel van deze kabel volgt uit figuur 100-672. Omdat de kern dik is, kan het licht zich via zeer vele paden of modi door de kabel voortplanten.

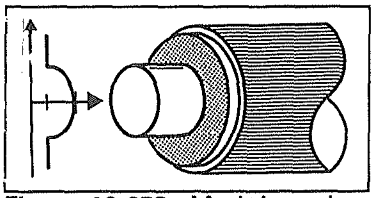


Figuur 10-672: Multimodus glasvezel (2).

Met als gevolg grote dispersievervormingen door de looptijdverschillen in de kern. De bandbreedte van dit soort kabels is dan ook tamelijk beperkt! De multimodus step index kabel wordt dan ook voornamelijk gebruikt voor het overbruggen van kleine afstanden, waarbij lage transmissiesnelheden worden toegepast. Deze kabels zijn bijvoorbeeld ideaal voor het realiseren van optisch gekoppelde computernetwerken in kleine kantoorgebouwen. Een overzicht van de belangrijkste specificaties van de multimodus step index kabels:

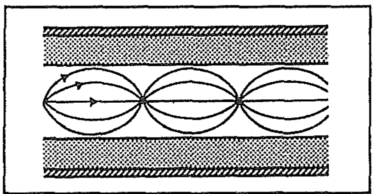
- kerndiameter: 50 tot 600 µm;
- manteldiameter: kleiner dan 600 µm;
- bandbreedte: 10 tot 100 MHz.km;
- brekingsindex kern (n_1): 1,46;
- brekingsindex mantel: 0,96 . n_1;
- numerieke apertuur: 0,2 tot 0,7;
- demping: 5 tot 30 dB/km;
- dispersie: 10 tot 100 ns/km.

De multimodus gradiënt kabel is getekend in figuur 10-673. Deze kabel verschilt alleen in het verloop van de brekingsindex van de multimodus step index kabel. Er is nu geen sprake van een plotselinge overgang op het grensgebied tussen core en cladding, maar van een geleidelijke overgang. Men zou kunnen zeggen dat core en cladding min of meer in elkaar versmolten zijn.



Figuur 10-673: Multimodus glasvezel (3).

Wat zijn hier nu de gevolgen van? Het zal duidelijk zijn dat de lichtstralen zich nu niet meer via rechtlijnige paden door de kabel kunnen voortplanten. Door het graduele verloop van de brekingsindex zullen de paden min of meer sinusvormig verlopen, zoals getekend in figuur 10-674. Het zal duidelijk zijn dat het verschil in looptijd tussen de kortste weg en de langste weg nu veel kleiner is dan bij de step index kabel! De vervormingen onder invloed van looptijdverschillen zijn dus kleiner, met als rechtstreeks gevolg een veel grotere bandbreedte en een grotere transmissiesnelheid. Bovendien kunnen er langere afstanden mee worden gerealiseerd.



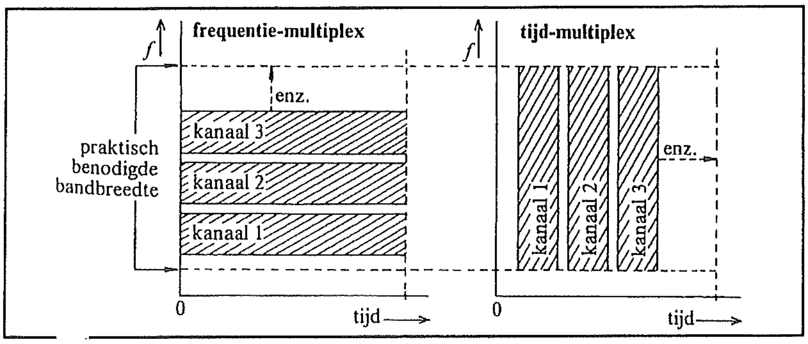
Figuur 10-674: Multimodus glasvezel (4).

De fabricage van de multimodus gradiënt kabel is iets ingewikkelder dan deze van de step index kabel. De prijs is dus hoger, maar dit weegt niet op tegen de veel betere specificaties van dit soort kabels. Kijk maar eens naar onderstaande samenvatting en vergelijk deze met dezelfde specificaties van de step index kabel:

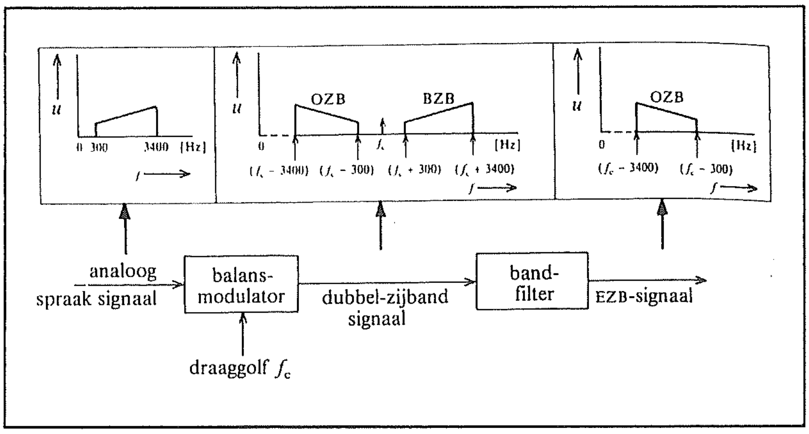
- kerndiameter: 50 tot 60 µm;
- manteldiameter: kleiner dan 100 tot 150 µm;
- bandbreedte: 200 tot 1.500 MHz.km;
- brekingsindex kern (n_1): 1,46;
- brekingsindex mantel: 0,99 . n_1;
- numerieke apertuur: 0,14 tot 0,25;
- demping: 3 tot 10 dB/km;
- dispersie: 1 tot 5 ns/km.

Multiple Aspect Ratios Een term uit de DVD-technologie. Het video-compressie algoritme MPEG-2 dat bij DVD wordt gebruikt, is in staat breedbeeld film (wide screen) is de verhouding 16:9 te verwerken. Iedere DVD-speler kan dan ook zonder meer rechtstreeks aangesloten worden op moderne breedbeeld-TV's. Maar omdat de industrie natuurlijk maar al te goed weet dat de meerderheid van de consumenten het nog steeds met een 3:4-TV doet, heeft men "Multiple Aspect Ratios" ingebouwd. DVD-spelers worden standaard uitgerust met drie videomodi:

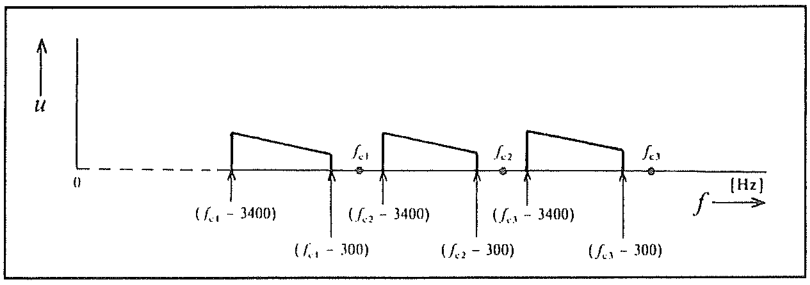
- Anomorphic: "onveranderd", hetgeen betekent dat zowel 3:4- als 16:9-materiaal als dusdanig naar de uitgang gaat en de aangesloten TV of monitor moet besluiten hoe dit materiaal verwerkt wordt.
- Letterbox: er worden, boven en onder het eigenlijke videobeeld, extra zwarte lijnen toegevoegd. Nadien wordt de informatie omgezet naar een 3:4-formaat, zodat het beeld volledig op een 3:4-TV verschijnt, maar met onder en boven een zwarte rand. In feite hetzelfde systeem als hoe PAL-Plus uitzendingen op een 3:4-TV worden weergegeven.
- Pan&Scan: het 16:9 beeld wordt zo aangepast, dat het in de hoogte op een standaard



Figuur 10-675: Multiplexing (1).



Figuur 10-676: Multiplexing (2).

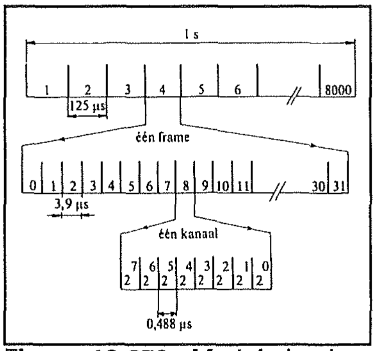


Figuur 10-677: Multiplexing (3).

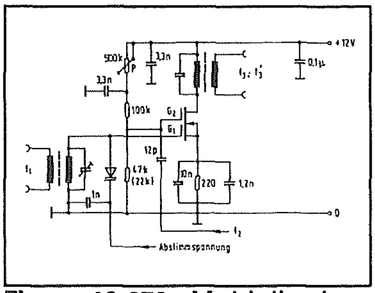
3:4-TV past. Links en rechts valt dus informatie weg, men kan de informatie echter door middel van cursors heen en weer over het scherm bewegen.

Multiplexing Een algemene term uit de elektronica waarmee wordt bedoeld dat diverse signalen op de een of andere manier via één medium worden getransporteerd. Men zou het een soort van modulatie kunnen noemen, waarbij de signalen van meerdere datacommunicatie kanalen door of na elkaar over één transmissielijn worden verzonden. Bij multiplexing systemen worden de diverse signalen in de tijd of in de frequentie gestapeld. Dat wil zeggen dat ofwel de beschikbare tijd voor verzenden ofwel de beschikbare frequentieband voor verzenden in een aantal stukken worden verdeeld en dat aan ieder stuk één van de ingangssignalen wordt toegewezen. In figuur 10-675 worden deze twee principes grafisch toegelicht.
Bij frequentie multiplexing van analoge signalen, zoals bijvoorbeeld gebruikt bij telefonie en bij stereo FM, wordt ieder ingangssignaal omgezet in een enkel-zijband signaal EZB. Dat wordt gedaan door het signaal in een balansmodulator te mengen met een eigen draaggolf en nadien via een bandfilter er alleen de onderste zijbanden uit te filteren, zie figuur 10-676. Vervolgens worden alle afzonderlijk op een eigen draaggolf gemoduleerde ingangssignalen samengevoegd. Alle gemoduleerde signalen nemen dan een bepaalde bandbreedte in beslag in het samengestelde signaal, zodat men het frequentiespectrum van dit signaal kan voorstellen als getekend in figuur 10-677.
Bij tijd multiplexing worden door middel van een snelle elektronische schakelaar voortdurend alle ingangssignalen afgescand en, in stukjes gehakt, achter elkaar op één lijn gezet. Het zal duidelijk zijn dat dit het gemakkelijkst gaat als men eerst de ingangssignalen in een seriële digitale code heeft omgezet. Men beschikt dan immers over monsters en die monsters kunnen netjes na elkaar op de uitgangslijn worden gezet en in de ontvanger weer netjes kanaal per kanaal worden verzameld. Dit principe is grafisch toegelicht in figuur 10-678. Dit voorbeeld behandelt de werkwijze bij telefonie, waarbij de spraakkanalen

worden bemonsterd met 8 kHz en opgeslagen in 8 bit brede monsters. De 8 bits van het eerste monster van het eerste kanaal worden samengevoegd met de 31 eerste monsters van de overige 31 kanalen en achter elkaar samengevoegd tot een frame. Deze frames worden dan weer achter elkaar gezet en vormen de gemultiplexte seriële datastroom.



Figuur 10-678: Multiplexing (4).



Figuur 10-679: Multiplicatieve menging.

Multiplicatieve menging Een mengsysteem waarbij de twee te mengen signalen ieder aan een elektrode van een actief onderdeel worden aangeboden. Vroeger gebruikte men daar meer-rooster buizen voor, tegenwoordig staan uiteraard dual-gate MOSFET's ter beschikking. In figuur 10-679 is als voorbeeld een multiplicatieve mengtrap getekend, die vaak wordt gebruikt in UHF-tuners. Het ingangssignaal f_1 gaat via een afgestemde kring naar de gate G1. Het signaal van de locale oscillator f_2 gaat rechtstreeks naar de gate G2. Het gemengde signaal f_3 kan via een afgestemde kring van de MOSFET afgetakt worden.

Multiplier Engels voor vermenigvuldiger. Analoge vermenigvuldigers zijn schakelingen die in de meest eenvoudige uitvoering het wiskundige product berekenen van twee analoge spanningen U_x en U_y. De spanning op de uitgang, U_o wordt dus gegeven door de wiskundige formule:

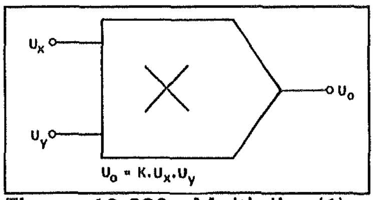
$U_o = C * U_x * U_y$

De spanning op de uitgang is gelijk aan het product van de twee ingangsspanningen, vermenigvuldigd met een schaalfactor C. Deze factor bepaalt de versterking van de schakeling. Meestal is deze factor kleiner dan 1, zodat men ook het product kan berekenen van spanningen die groter zijn dan 4 V. Zonder deze factor zou het resultaat van twee ingangsspanningen van 4 V een uitgangsspanning van 16 V zijn, hetgeen buiten het voedingsbereik van de meeste vermenigvuldigers valt. Door nu C in te stellen op 0,1 wordt de uitgangsspanning in dit voorbeeld slechts 1,6 V, een spanning die uiteraard goed door de schakeling kan geproduceerd worden.

Er bestaan drie soorten vermenigvuldigers:
- Een-quadrant schakelingen:
  Hierbij moeten beide ingangsspanningen altijd positief of negatief zijn, zodat de uitgangsspanning altijd positief is. De wiskundige vermenigvuldiging van twee negatieve getallen levert immers een positief resultaat op!
- Twee-quadrant schakelingen:
  Hierbij moet één ingangsspanning altijd positief of negatief zijn, maar mag de tweede ingangsspanning bipolair (dus + of -) zijn. De uitgangsspanning kan zowel positief als negatief zijn.
- Vier-quadrant schakelingen:
  Bij deze IC's mogen beide ingangsspanningen bipolair zijn en zal de uitgangsspanning dus zowel positief als negatief kunnen worden.

Naast deze indeling in werkingsgebied kan men ook nog een indeling maken in ingangsgrootheid:
- Spanningsgestuurd:
  Bij deze schakelingen moet men spanningen aan de ingangen aanbieden en zal de uitgang ook een spanning genereren.
- Stroomgestuurd:
  Bij deze schakelingen moeten de ingangspennen met stromen gestuurd worden, zodat men in de meeste gevallen serieweerstanden moet opnemen om de spanningen die men wil aanbieden om te zetten in stromen.

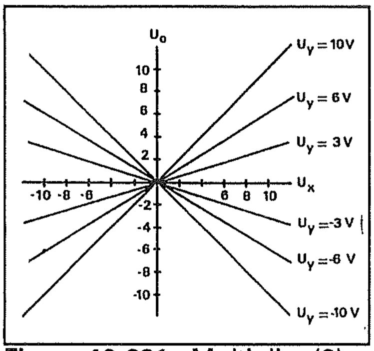
Het symbool van een analoge vermenigvuldiger is getekend in figuur 10-680.



Figuur 10-680: Multiplier (1).

De transfer-karakteristiek van een vier-quadrant vermenigvuldiger is getekend in figuur 10-681. Deze karakteristiek geeft het verband tussen de twee ingangsspanningen en de uitgangsspanning. De ene ingangsspanning U_x wordt voorgesteld door de horizontale as. De vertikale as levert de

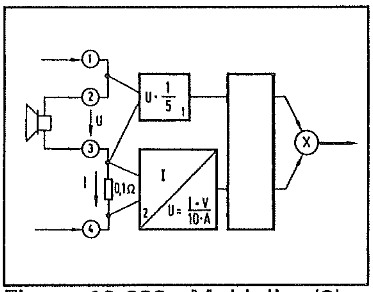
waarde van de uitgangsspanning U_0. De tweede ingangsspanning U_y is de parameter van de grafiek, dat wil zeggen dat iedere getekende lijn overeen komt met een bepaalde waarde van U_y. Uit deze transfer-karakteristiek blijkt dat een analoge vermenigvuldiger in wezen een lineaire schakeling is, hoewel de elektronica die noodzakelijk is om twee spanningen met elkaar te vermenigvuldigen alles behalve lineair werkt!



Figuur 10-681: Multiplier (2).

Met vier-quadrant vermenigvuldigers kan men de basisbewerkingen:
- vermenigvuldigen (x.y);
- delen (x/y);
- kwadrateren (x^2);
- wortel trekken ($\sqrt{x}$);

zonder al te veel externe componenten uitvoeren. Daarnaast zijn er ook fabrikanten die zogenoemde "analog computers" in de handel brengen, schakelingen die gebaseerd zijn op de analoge vermenigvuldigers, maar die zo open van architectuur zijn dat men er een heleboel wiskundige bewerkingen mee kan uitvoeren. Het is zonder meer een feit dat de gemiddelde elektronica doe-het-zelver zijn hele leven uitermate gelukkig kan doorbrengen zonder ooit een analoge vermenigvuldiger in de hand te hebben genomen. Toch hebben dergelijke schakelingen nuttige toepassingen, die ook in de hobby-sfeer aan bod kunnen komen. De wiskundige uitdrukking voor elektrisch vermogen is gelijk aan **P = U * I**. Het vermogen dat in een weerstand verbruikt wordt is gelijk aan de vermenigvuldiging van de spanning over de weerstand en de stroom door de weerstand. Het zal duidelijk zijn dat men dergelijke metingen niet rechtstreeks kan uitvoeren als men geen analoge vermenigvuldiger in huis heeft. Het zal verder duidelijk zijn dat vermenigvuldigers met differentiële ingangen hiervoor heel handig zijn. Eén differentiële ingang meet de spanning over een gebruiker, de tweede differentiële ingang meet de spanning over een kleine stroomsensorweerstand, in serie met de verbruiker. De schakeling berekent netjes het in de verbruiker gedissipeerde vermogen en biedt dit aan onder de vorm van een uitgangsspanning, die op een in Watt geijkte meter aangegeven kan worden. In figuur 10-682 is een voorbeeldje van deze techniek geschetst.



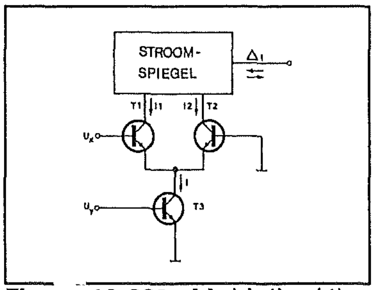
Figuur 10-682: Multiplier (3).

De bedoeling is het door een eindversterker aan een luidspreker aangeboden elektrische vermogen te meten. De spanning over de luidspreker (klemmen 2 en 3) wordt door één verschilingang van de analoge vermenigvuldiger berekend. De stroom door de luidspreker wordt gemeten door de spanningsval over een kleine weerstand van 0,1 Ω (pennen 3 en 4) aan de tweede verschilingang van de vermenigvuldiger aan te bieden. Na het invoeren van een schaalfactor wordt de vermenigvuldiging uitgevoerd en staat op de uitgang van de schakeling een spanning die recht evenredig is met het echte effectieve vermogen dat in de luidspreker wordt gedissipeerd. Deze uitgangsspanning wordt dan met een nauwkeurige gelijkrichter omgezet in een gelijkspanning en kan digitaal gemeten worden.

Analoge vermenigvuldigers kunnen ook gebruikt worden om de grootte van een wisselspanning door middel van een gelijkspanning te regelen. Als men immers aan één ingang van de vermenigvuldiger de wisselspanning aansluit en de regelspanning aan de tweede ingang, dan zal het product op de uitgang gelijk zijn aan de wisselspanning, vermenigvuldigd met de constante gelijkspanning. De vermenigvuldiger wordt dan een spanningsgestuurde wisselspanningsversterker.

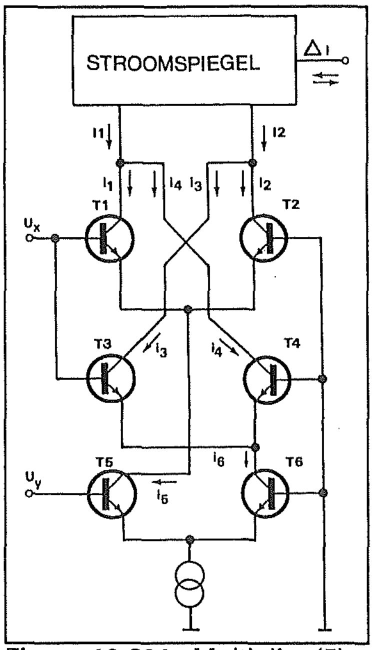
Ook voor modulatie kan men analoge vermenigvuldigers inzetten. Modulatie is immers niets anders dan een vermenigvuldiging van twee wisselspanningen, waarvan de frequenties ver uit elkaar liggen. Sluit men op één ingang van een analoge vermenigvuldiger een hoogfrequente draaggolf aan en op de andere ingang een laagfrequent modulatiesignaal, dan zal de vermenigvuldiger zonder externe com-

ponenten een gemoduleerde draaggolf op de uitgang aanbieden.
Ook voor het omzetten van een wisselspanning in een gelijkspanning waarvan de grootte een maat is voor de echte effectieve waarde van de wisselspanning kan men met succes analoge vermenigvuldigers uit de kast halen. De effectieve waarde is per definitie gelijk aan de vierkantswortel uit het gemiddelde kwadraat van de wisselspanning. Door middel van twee analoge vermenigvuldigers kan men zowel het kwadraat als de vierkantswortel berekenen.
Een minder voor de hand liggende toepassing van analoge vermenigvuldigers is het verdubbelen van de frequentie van een sinusvormige wisselspanning. Het volstaat beide ingangen van de vermenigvuldiger met de sinusvormige ingangsspanning te verbinden. Op de uitgang van de schakeling ontstaat de gekwadrateerde ingangsspanning. Men kan nu wiskundig bewijzen dat deze spanning een frequentie heeft die precies gelijk is aan twee maal de frequentie van het ingangssignaal. Als de schakeling zonder vervormingen werkt, zijn er bovendien absoluut geen harmonischen van het ingangssignaal op de uitgang aanwezig!
Hoewel er niet per definitie veel elektronica in een analoge vermenigvuldiger zit, zijn het toch tamelijk ingewikkelde schakelingen. De werking is alleen wiskundig volledig uit te leggen, iets dat op deze plaats niet zal gebeuren. Alle moderne analoge vermenigvuldigers werken volgens het Gilbert-principe. De meest principiële uitvoering van deze schakeling is getekend in figuur 10-683.



Figuur 10-683: Multiplier (4).

Twee transistoren T1 en T2 worden gestuurd uit een stroomspiegel. Dat is een schakeling die in staat is het verschil te berekenen tussen de twee collectorstromen I1 en I2. De twee collectorstromen worden opgeteld en doorlopen als I een derde transistor T3. De twee te vermenigvuldigen spanningen worden aangeboden aan de basissen van T1 en T3. Men kan nu wiskundig aantonen dat de verschilstroom tussen I1 en I2, die door de stroomspiegel wordt berekend, recht evenredig is met het product tussen beide ingangsspanningen U_x en U_y:
$\Delta i = k.U_x.U_y$
Een en ander is eenvoudig aan te tonen voor de gevallen waarbij een van beide ingangsspanningen nul wordt. Als U_x gelijk is aan nul zullen T1 en T2 identieke basis/emitterspanningen hebben. De basis van T2 ligt immers aan de massa. In de veronderstelling dat alle transistoren identieke eigenschappen hebben zullen ook beide collectorstromen aan elkaar gelijk zijn. Het stroomverschil tussen deze stromen is dus nul, de stroomspiegel levert geen signaal af. Als U_y gelijk aan nul wordt zal T3 sperren. Het gevolg is dat I1 en I2 beide nul zijn en er weer geen stroomverschil aanwezig is. De stroomspiegel levert ook nu geen signaal af. Op deze eenvoudige manier kan men in ieder geval aanvoelen dat de schakeling voldoet aan de fundamentele wet van vermenigvuldiging: als een van de te vermenigvuldigen grootheden gelijk is aan nul, dan zal ook het resultaat van de vermenigvuldiging nul zijn.



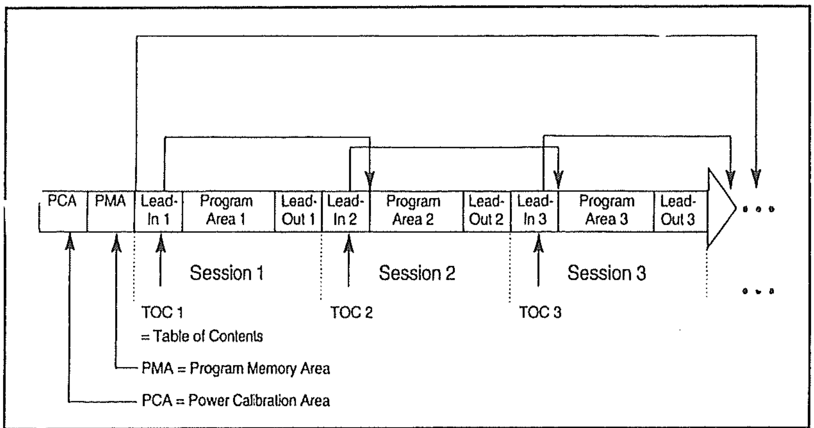
Figuur 10-684: Multiplier (5).

De beschreven schakeling werkt in slechts één quadrant. Men kan echter overschakelen naar vier quadranten door de schakeling uit te breiden tot het systeem van figuur 10-684. Deze schakeling vormt op de een of andere manier altijd het hart van een analoge vermenigvuldiger. De schakeling heeft drie verschilversterkers met gemeenschappelijke emitters. Ook nu kan men de werking alleen wiskundig bewijzen. Maar ook nu kan men aanvoelen dat de schakeling aan de fundamentele vermenigvuldigingswet voldoet. Als men de ingangsspanning U_x nul maakt, dan zijn T1 en T2 en T3 en T4 identiek ingesteld:
$i_1 = i_2$

$i_3 = i_4$
Hieruit volgt:
$i_1+i_4 = i_2+i_3$
Verder geldt:
$I_1 = i_1+i_4$
$I_2 = i_3+i_2$
Met andere woorden:
$I_1 = I_2$
Het stroomverschil is nul, zodat de stroomspiegel geen signaal aflevert. Als men de tweede ingangsspanning U_y gelijk aan nul maakt, dan worden de transistoren T5 en T6 identiek ingesteld:
$i_5 = i_6$
Omdat T1 en T3 door U_x worden ingesteld geldt:
$i_1 = i_3$
Maar natuurlijk geldt ook:
$i_2 = i_4$
Nu even wat simpele optelsommetjes:
$i_5 = i_1+i_2$
$i_6 = i_3+i_4$
$i_1+i_2 = i_3+i_4$
$i_1+i_4 = i_2+i_3$
Met als besluit:
$I_1 = I_2$
Ook nu levert de schakeling geen verschilstroom, zodat de stroomspiegel geen signaal aflevert. Als een van de ingangsspanningen gelijk is aan nul zal de uitgebreide Gilbert-schakeling geen spanning afleveren.

Multiprocessor systemen Zijn computersystemen waarbij de werking wordt geregeerd door twee of meerdere processoren. Het besturingssysteem moet er voor zorgen dat de taken, die op een bepaald moment uitgevoerd moeten worden, tussen de processoren worden verdeeld.

Multisessie CD-ROM Een van de voornaamste eigenschappen van moderne CD-ROM's is dat zij in staat zijn meerdere zogenoemde "sessies" op de spiraal te bevatten. Een sessie kan beschouwd worden als een partitie op een harde schijf. Met MS-DOS is men in staat de fysische harde schijf die in de computer aanwezig is in te delen in een aantal logische schijven. Die krijgen dan de namen C:, D:, E:, etc. Voor het besturingssysteem lijkt het nadien net of er verschillende harde schijven in de computer zijn ingebouwd, die volledig los staan van elkaar en ieder een eigen FAT-tabel hebben. Multisessie CD-ROM werkt met een identiek principe. Iedere sessie kan opgevat worden als een logische CD op de moeder CD. Iedere sessie heeft een eigen "lead-in", "program area" en "lead-out". In iedere "lead-in" wordt bovendien een eigen TOC (Table Of Contents) geschreven. Dank zij het multisessie-principe is men in staat de capaciteit van ongeveer 600 MB volledig te benutten. Stel dat men 300 MB aan gegevens wil veilig stellen op een CD-R. In de daarvoor noodzakelijke schrijfactie legt het schrijfapparaat een sessie aan op de CD en schrijft in de TOC van deze sessie welke gegevens op welke sectoren zijn geschreven. Wil men later nog eens 250 MB gegevens veilig stellen, dan kan dat op hetzelfde schijfje. Het systeem maakt dan immers een tweede sessie aan met een eigen TOC, waarin de gegevensstructuur van deze tweede virtuele CD staat vermeld. Het nadeel van het multisessie-formaat is dat oude CD-ROM drives met XA-controller niet in staat zijn multi-sessie CD's te lezen. Meestal zal de besturing van een XA-drive op tilt slaan als een multisessie CD-ROM in de caddy wordt gelegd en een leesopdracht wordt gegeven. Het systeem is weliswaar in staat de TOC van de eerste sessie te interpreteren en nadien de data-gegevens uit deze eerste sessie te lezen. Maar als de drive de lead-in van de tweede sessie tegen komt gaat het mis. Het aanpassen van een XA-controller voor het lezen van multi-sessie CD-ROM's schijven zit op het firmware-niveau en het is dus helaas niet voldoende nieuwe versies van device-drivers te installeren. Voor de duidelijkheid wordt hier nog eens vermeld dat multisessie CD-ROM's, waarop maar één sessie staat, wél door CD-ROM drives met XA-controller uitgelezen kunnen worden. De eni-

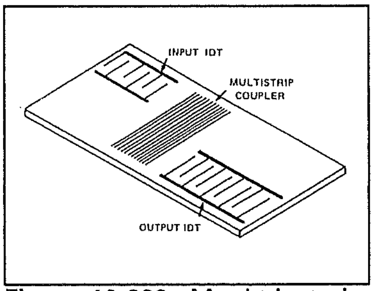


Figuur 10-685: Multisessie CD-ROM.

ge voorwaarde is uiteraard dat de sectorindeling voldoet aan de normen die in het "Extended Yellow Book" zijn vast gelegd. Maar omdat de meeste multisessie-formaten zich op sectorgebied aan deze normen houden, is dat geen punt. De structuur die gebruikt moet worden voor het beschrijven van een multisessie CD-ROM is in november 1990 vastgelegd in het "Orange Book". De algemene structuur is geschetst in figuur 10-685.
In het begin van de spiraal zijn twee gebieden opgenomen, die iets te maken hebben met het schrijven van gegevens en dus bij het lezen van de CD-ROM niet gebruikt worden, namelijk PCA en PMA. Nadien volgen de verschillende sessies. In de TOC van de eerste sessie staat een verwijzing naar de plaats op de spiraal, waar het data-gebied van de tweede sessie begint. Hetzelfde geldt voor de overige sessies.

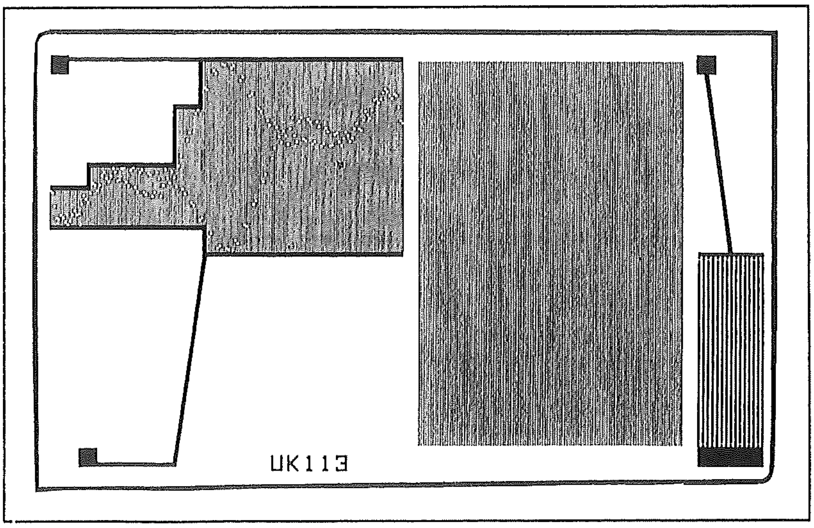
MultiSync Een ooit door de monitorfabrikant NEC geïntroduceerd begrip, waarmee wordt aangeduid dat een monitor volledig automatisch in staat is op verschillende lijn- en beeldfrequenties te synchroniseren. Dat wil zeggen dat de oscillatoren die de twee afbuigsystemen besturen zijn voorzien van uitgebreide synchronisatieschakelingen. Tegenwoordig werken alle monitoren volgens dit principe. Om het TradeMark van NEC te omzeilen worden dergelijke monitoren ook wel MultiScan genoemd.

Multistrip SAW Een begrip uit de "Surface Acoustic Wave"-technologie. Met deze technologie worden vertragingslijnen gerealiseerd, door elektrische golven via een transducer om te zetten in mechanische golven en deze golven over het oppervlak van een speciaal kristal te sturen. Nadien worden de mechanische golven via een tweede transducer weer omgezet in elektrische golven. Omdat de mechanische golven veel trager zijn dan de elektrische, ontstaat er dus een vertraging tussen het in- en uitgangssignaal. De transducers worden meestal "IDT's" genoemd.



Figuur 10-686: Multistrip SAW (1).

De multistrip SAW is een speciale uitvoering van de SAW-vertragingslijn. De algemene eigenschap van multistrip geometrieën is dat de twee transducers niet in elkaars verlengde staan, maar verschoven zijn. Men noemt dit offset-transducers. Tussen beide transducers is dan de multistrip opgenomen. De typische geometrie van een dergelijke SAW is voorgesteld in figuur 10-686.
Wat zijn nu de voordelen van dergelijke opstelling? Het grote voordeel is dat een dergelijk constructie veel minder last heeft van zogenoemde "bulk waves", golven die niet langs het oppervlak, maar door het substraat van de ene naar de andere transducer gaan. Natuurlijk zal de oppervlakte golf, die door de zendende transducer wordt uitgestraald, ook niet rechtstreeks op de ontvangende transducer terecht komen. Door het aanbrengen van de multistrip koppelaar tussen beide transducers worden de uitgezonden oppervlakte golven echter afgebogen en komen alsnog op de ontvangende transducer terecht. Een tweede voordeel van deze constructie is dat beide transducers dichter bij elkaar geplaatst kunnen worden, omdat de oppervlakte golven nu een langere weg afleggen. Voor een bepaalde vertraging kan

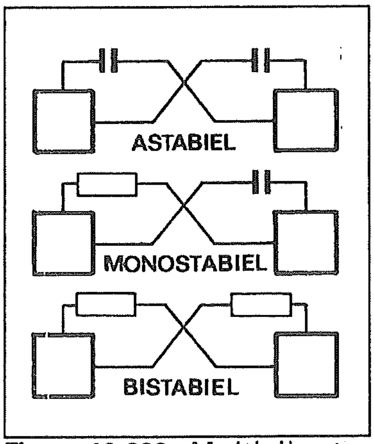


Figuur 10-687: Multistrip SAW (2).

men dus de lengte van het substraat verkleinen. Of, als zo weinig mogelijk vertraging gewenst is, kan men de geometrie optimaliseren voor kleine vertraging en optimale bandbreedte. Een derde voordeel van de multistrip geometrie is dat de rechtstreekse elektromagnetische en capacitieve koppeling tussen de in- en de uitgang veel kleiner wordt. In de praktijk wordt de multistrip geometrie vaak toegepast. Om een idee te krijgen van de complexiteit van de geometrie van dergelijke SAW's wordt in figuur 10-687 de sterk vergrote lay-out van een dergelijke geometrie voorgesteld. Deze tekening geeft de geometrie van een door Philips ontwikkelde SAW voor radar-toepassingen. Let hierbij vooral op de manier waarop de linker transducer is vorm gegeven! De witte stipjes zijn geen foutjes in de tekening, maar geven een idee van de ingewikkelde geometrie van de individuele vingers van een transducer.

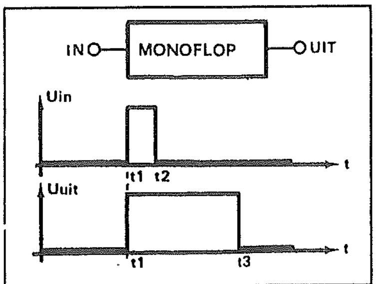
Multitasking De capaciteit van een computer besturingssysteem om meerdere taken schijnbaar gelijktijdig te kunnen uitvoeren. Schijnbaar, omdat de processor uiteraard maar één taak kan uitvoeren. Het besturingssysteem zorgt er echter voor dat de commando's die noodzakelijk zijn voor het uitvoeren van de taken gemengd aan de processor worden aangeboden. Dit gaat zo snel dat het voor de gebruiker lijkt alsof het systeem zowel aan het printen als aan het internetten is. Multitasking is niet iets nieuws. De eerste bedrijfssystemen met deze mogelijkheid werden reeds in de jaren 1960 ontworpen. Zo was er MP/M, Multi-tasking Program for Microcomputers, een door G. Kildal ontworpen uitbreiding van het toenmalige standaard-programma CP/M. Er bestaan diverse systemen. Bij "coöperative multitasking" beslist de taak die op een bepaald moment de processor stuurt wanneer de tweede taak toegang tot de processor krijgt. Bij "preëmptive multitasking" zorgt een bepaalde software, "scheduler" genoemd, voor het verdelen van de processortijd tussen de twee taken.

Multitester Een apparaatje, waarmee men elektronische onderdelen kan testen. Het voorvoegsel "multi" duidt er op dat men niet allen weerstanden, maar ook condensatoren, dioden en transistoren kan testen.



Figuur 10-688: Multivibrator (1).

Multivibrator Iedere schakeling, opgebouwd uit twee transistoren en waarbij de bassissen en collectoren kruiselings met elkaar verbonden zijn, wordt algemeen aangeduid met de naam multivibrator. Als beide koppelingen gebeuren door middel van condensatoren, dan is de multivibrator astabiel. Is een der koppelende elementen een condensator en het andere een weerstand, dan heet de multivibrator monostabiel. Als, in het laatste geval, beide koppelingen door middel van weerstanden worden verzorgd, dan noemt men de schakeling een bistabiele multivibrator. In figuur 10-688 is bovenstaand verhaaltje nog eens grafisch voorgesteld.
De astabiele multivibrator vertoont volgend fundamenteel gedrag. De twee transistoren van de astabiele multivibrator zullen met een bepaald ritme open en dicht gaan en dit in tegenfase. Als de ene transistor dus geleidt, dan zal de andere sperren en vice versa. Het gevolg is dat deze schakeling dus bruikbaar is als oscillator en wel als generator van rechthoekvormige spanningen. De frequentie van dit signaal is mede afhankelijk van de waarde van de koppelcondensatoren. De monostabiele multivibrator wekt één puls op met een bepaalde breedte als aan de ingang van de schakeling een triggerpuls wordt aangelegd. De breedte van deze ene puls is weer onder andere afhankelijk van de waarde van de koppelcondensator. De principiële werking van een monostabiele multivibrator volgt uit figuur 10-689.



Figuur 10-689: Multivibrator (2).

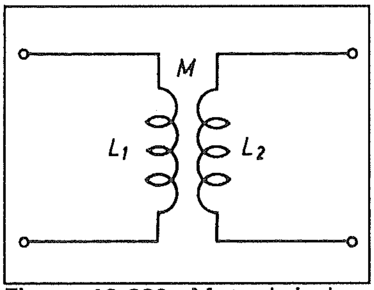
De bistabiele multivibrator is een flip-flop, het fundamentele geheugenelement. Door middel van twee stuursignalen kan

men de stand van de flip-flop beïnvloeden. In de ene stand zal de linker transistor sperren en de rechter geleiden, in de andere stand zal de linker transistor geleiden en de rechter sperren. Deze situaties blijven bestaan, ook als de besturingssignalen wegvallen.

Mumetaal Een legering van ijzer en nikkel die een zeer hoge permeabiliteit heeft. Hierdoor heeft het metaal een zeer hoge magnetische weerstand en kan worden gebruikt om onderdelen af te schermen tegen externe magnetische velden. Vroeger bracht men rond de beeldbuis in een oscilloscoop een mantel van mumetaal aan, zodat de afbuiging niet beïnvloed kon worden door externe magnetische velden. Ook de gevoelige microfooningangen van goede mengtafels worden afgeschermd tegen de magnetische velden van bijvoorbeeld de voedingstrafo door een mumetalen plaat.

Murphys wetten Edward A. Murphy Jr. werkte als ingenieur op een Amerikaanse raketbasis. Bij een experiment in 1949 moesten 16 versnellingsmeters op een voorwerp worden gemonteerd. Dat kon op slechts twee manieren, een goede en een foutieve, en iemand slaagde er in alle accelerometers op de verkeerde manier te monteren. Het experiment mislukte uiteraard. Dit voorval bracht Murphy tot zijn beroemde uitspraak *"als er twee of meerdere manieren bestaan om iets te doen en een van deze manieren leidt tot een catastrofe, dan kan men er zeker van zijn dat iemand op het idee zal komen om dat iets op deze manier uit te voeren"*. Op dit thema zijn in ontelbare technische vakgebieden ontelbare variaties gekomen, die door het leven gaan als de wetten van Murphy. Hoewel ironisch bedoeld, bevatten deze wetten uiteraard een diepe grond van waarheid. Als men de + en de - van een voeding via een tweepolige stekker met een apparaat moet verbinden heeft het absoluut geen zin hiervoor een symmetrische stekker uit te kiezen en aan één kant een sticker "deze kant boven" te plakken. Men kan er zeker van zijn dat de stekker eens een keertje verkeerd om in het chassisdeel zal geduwd worden.

Muting Het automatisch uitschakelen van een ontvanger als er geen of een te zwak antennesignaal wordt ontvangen. Wordt toegepast voor het onderdrukken en/of minimaliseren van ruis bij de ontvangst.



Figuur 10-690: Mutuele inductie.

Mutuele inductie Een grootheid die de mate van koppeling tussen twee magnetische systemen bepaalt. Symbool M, eenheid henry (H). Als, zie figuur 10-690, men door een spoel L1 een variërende stroom stuurt, dan zal er rond deze spoel een variërend magnetisch veld worden opgewekt. Dit veld wekt in een tweede in de buurt opgestelde spoel L2 een bepaalde inductiespanning op. Het is nu die mate van onderlinge koppeling die door de grootheid "mutuele inductie" wordt gedefinieerd. Men spreekt van een mutuele inductie van 1 H als een stroomvariatie van 1 A/s in de eerste spoel in de tweede spoel een spanning van 1 V genereert.

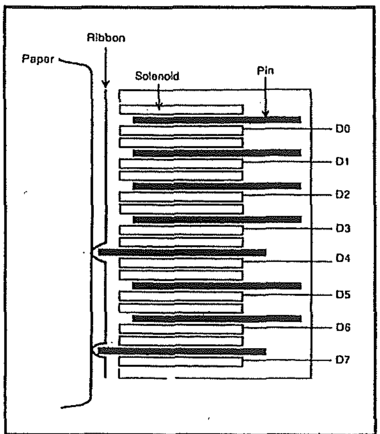
MUX Afkorting van multiplexer, een schakeling waarmee men het principe van multiplexing (lees aldaar) in de praktijk kan brengen.

Muziekvermogen Een fantasiegrootheid, waarmee men het uitgangsvermogen van laagfrequent versterker zo hoog mogelijk probeert op te schroeven. Voor het wetenschappelijk definiëren van het uitgangsvermogen van een versterker bestaat maar één goed systeem. Men legt de maximale sinusvormige spanning die de versterker onvervormd kan leveren aan de minimale belastingsweerstand en berekent met de formule U^2/R het maximale sinusvermogen. Omdat men van de sinusvormige spanning per definitie de effectieve waarde meet, spreekt men ook wel eens van het effectieve vermogen. Nu is dat vermogen soms maar erg laag en vandaar dat fabrikanten indrukwekkendere definities hebben verzonnen. "Muziekvermogen" is zo'n verzinsel en dit definieert het piekvermogen dat een versterker gedurende een bepaalde tijd aan de belasting kan leveren. Wat in dit kader "piekvermogen" is en wat in dit kader "gedurende een bepaalde tijd is" wordt niet duidelijk omschreven. Met als gevolg dat een PC speakerset met ingebouwde versterker, die volgens de officiële metingen hooguit 3,4 $W_{effectief}$ kan leveren, op de doos wordt aangeprezen als een 120 W systeem. En dat uit een stekervoedinkje dat 1 A bij 12 V levert!

N

n De kleine letter n staat voor de afkorting van nano, een voorvoegsel waardoor een bepaalde eenheid vermenigvuldigd wordt met 0,000.000.001 of 10^{-9}. Wordt in de elektronica voornamelijk gebruikt bij condensatoren, bijvoorbeeld in 47 nF = 0,000.000.047 F.

Naaldmatrix printer Hoewel in principe alle printers volgens het matrixprincipe werken, verstaat men onder het begrip "naaldmatrix printer" een printer waarbij het drukbeeld tot stand komt door een aantal naaldjes via een inktlint op het papier te laten slaan. Het papier wordt getransporteerd middels een rubber rol, die er voor zorgt dat de naaldjes goed contact maken met het papier. Het zal dus onmiddellijk duidelijk zijn dat matrix printers impact printers zijn. De naaldjes zitten in een printkop en zij worden elektromagnetisch aangedreven. Matrix printers met naalden heten officieel SIDM-printers, afkorting van "Serial Impact Dot Matrix". In het alledaagse spraakgebruik laat men het woordje "naald" weg en spreekt men van matrix printers. Een naaldmatrix printer is een regeldrukker. De naaldjes zitten in een printkop, die door middel van een geleidingsmechanisme van links naar rechts of van rechts naar links over het papier wordt verplaatst. Tezelfdertijd wordt de informatie van deze regel op het papier geprint. Nadien zorgt de rubber transportrol ervoor dat het papier over één regel wordt verplaatst. Ook bij het afdrukken van grafische afbeeldingen wordt op deze manier gewerkt. De software in de printerdriver ontleedt het volledige beeld in regel-na-regel informatie en stuurt deze informatie regelgewijs naar de printer.
Een belangrijke specificatie van naaldmatrix printers is het aantal naalden waarover zij beschikken. De allereerste modellen hadden 8 of 9 naaldjes, de moderne uitvoeringen bezitten allemaal 18 tot 24 naaldjes. Het zal duidelijk zijn dat het aantal naaldjes de maximale resolutie van de printer bepaalt. Toch is het niet zo dat men zonder meer kan stellen dat de kwaliteit van het drukbeeld rechtstreeks afhankelijk is van het aantal naaldjes. Het probleem is dat de naaldjes natuurlijk een bepaalde onderlinge afstand hebben. Anderzijds hebben zij een bepaalde dikte, die varieert van 0,2 tot 0,4 mm. Er bestaat een bepaalde verhouding tussen naaldafstand en naalddikte, waarbij een optimaal letterbeeld ontstaat. Deze optimale verhouding kan technologisch uitstekend gerealiseerd worden bij printkoppen met 18 naaldjes. Bij de 24-naald modellen is dat moeilijker. In de praktijk zijn daar de naaldjes iets te dun, waardoor een rafelig letterbeeld ontstaat. Voor het Europese schrift zijn 18 naaldjes trouwens meer dan voldoende. De printkoppen met 24 naaldjes zijn een Japanse ontwikkeling, omdat bleek dat 18 naalden niet genoeg waren om de ingewikkelde letters van het Japanse schrift keurig te vormen.
Zoals uit figuur 10-691 blijkt, zitten de naalden op een rijtje (in-line) in de printkop. Dit geldt voor 9-naald printers, bij 18- en 24-naalden wordt gebruik gemaakt van twee rijen van respectievelijk 9 en 12 naalden, die onderling iets verschoven zijn (dual in-line staggered). De onderlinge afstand van de printnaalden moet voldoen aan een ECMA-standaard. De witruimte tussen de geprinte dots mag niet groter zijn dan 0,02 mm. Een en ander is het gevolg van het feit dat het schrift gelezen moet kunnen worden door OCR-apparatuur, bijvoorbeeld bij de volledig geautomatiseerde verwerking van girokaarten.

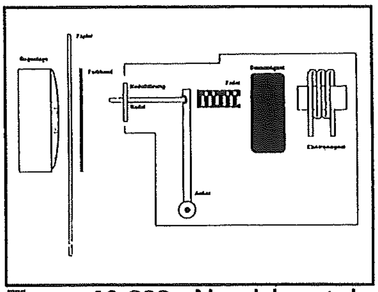


Figuur 10-691: Naaldmatrix printer (1).

Iedere naald wordt aangestuurd door een uiterst klein elektromagneetje. Als dit spoeltje onder spanning wordt gezet zal het magnetisch veld er voor zorgen dat het naaldje met kracht uit de printkop schiet. Het naaldje drukt dan het inktlint tegen het papier, waardoor er één dotje wordt gedrukt.
De meest gebruikte constructie is het "ballistische balansanker"-principe. De naald kan hierbij vrij bewegen in een ceramische houder en wordt door middel van een klein veertje in de rustpositie gedwongen. Het interne uiteinde van de naald is uitgerust met een klein schokdempertje van rubber. De naald wordt geactiveerd door een balansanker, dat draait rond een asje en aan

de onderzijde wordt aangetrokken door het magneetveld van de spoel van de elektromagneet. De elektromagneet kan een flinke stroom verdragen. De kracht, waarmee de naald tegen het inktlint slaat, is in te stellen door de grootte van het magneetveld te wijzigen. Op deze manier kan men met dergelijke printkoppen tien goed leesbare doorslagen maken. In de vakwereld noemt men dit HFP, letterwoord voor "Heavy Forms Printing". Een nadeel van deze constructie is dat er heel wat elektrisch vermogen in de spoeltjes gepompt moet worden. Er moet immers een sterk magneetveld ontstaan om de naaldjes met grote kracht weg te schieten. Een en ander heeft tot gevolg dat een ballistische kop behoorlijk heet kan worden. De maximaal toelaatbare hitteontwikkeling stelt bepaalde grenzen aan het maximaal aantal naaldbewegingen per seconde, met andere woorden aan de maximale printsnelheid.

Een alternatief is de "stored-energy" printkop. De constructie van een dergelijke printkop is getekend in figuur 10-692. De naald is gekoppeld aan een draaibaar opgesteld anker. Achter het anker zit een klein veertje, dat door een sterke permanente magneet in de samengedrukte rustpositie wordt gehouden. Achter de permanente magneet staat een spoeltje. Als dit spoeltje onder spanning wordt gezet zal het elektromagnetisch veld van het spoeltje het permanent magnetisch veld van de magneet verzwakken. Het resulterende veld is niet in staat de veer in de samengedrukte positie te houden. De veer ontspant zich, slaat tegen het anker en het anker drukt de naald tegen het inktlint.



Figuur 10-692: Naaldmatrix printer (2).

De naam van deze koppen is te verklaren uit het feit dat de energie, noodzakelijk om de naald met voldoende kracht tegen het inktlint te drukken, nu niet alleen geleverd moet worden door de elektrische energie die men naar het spoeltje stuurt. Een groot deel van de energie zit in de krachtenbalans tussen de samengedrukte veer en de permanente magneet. Het volstaat deze krachtenbalans met een klein stroompulsje te verbreken om het systeem in werking te zetten. Het voordeel van de "stored-energy"-constructie is dat er veel minder elektrische energie in de printkop geïnvesteerd moet worden. Deze wordt dus minder heet, met als gevolg dat de printsnelheid aanmerkelijk verhoogd kan worden. Een moderne "stored-enegy"-kop kan een snelheid van 1.800 Hz bereiken, hetgeen betekent dat een naaldje maximaal 1.800 keer per seconde geactiveerd kan worden!

De ***maximale resolutie*** van naaldmatrix printers is afhankelijk van het aantal naalden en de manier waarop deze naalden worden aangestuurd. Met 9-naald printers kan men een resolutie bereiken tussen 60 en 240 dpi, met 24-naald modellen een resolutie tussen 240 en 360 dpi. Bij deze resolutie moet men echter wél bedenken dat 24-naald printers in de lettermodus slechts gebruik maken van 18 naalden! De 24 naalden worden alleen allemaal ingeschakeld als men de printer in de grafische modus zet en grafieken of tekeningen verwerkt. Naaldmatrix printers kunnen een ***maximale snelheid*** halen van 400 letters per seconde in de snelle maar onnauwkeurige afdrukmodus. Dit wordt niet alleen bepaald door het soort printkop dat wordt toegepast, maar ook door de intelligentie van het besturingssysteem. Er zijn printers die niet te bedrukken delen van een regel met hoge snelheid overslaan en die niet steeds na het einde van een regel terug gaan naar de linker kantlijn, maar de volgende regel van rechts naar links afdrukken.

Het ***grote voordeel*** van de naaldmatrix printer is dat het een impact printer is, zodat men doorslagen kan maken. Het is zelfs zo, dat de naaldmatrix printer het enige apparaat is waarmee dit kan! Bovendien heeft de printer geen moeite met kettingpapier, zodat dergelijke printers nog steeds in kantooromgevingen worden toegepast om met grote snelheid duizenden rekeningen per uur af te handelen.

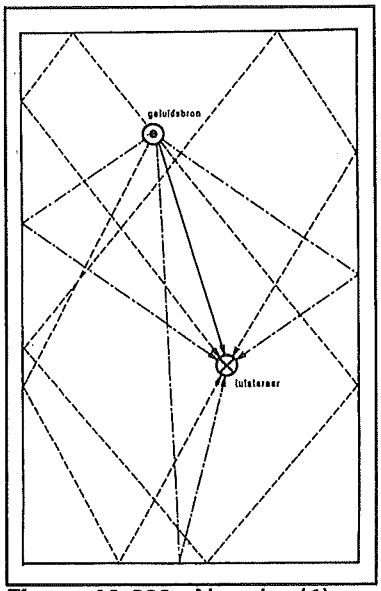
Het ***grote nadeel*** van een impact printer is dat het apparaat zeer veel lawaai produceert. De uiterst dunne naaldjes worden met een grote kracht tegen het inktlint en het papier geslagen hetgeen, gecombineerd met de hoge frequentie van de naaldbewegingen, een zeer storend ratelend geluid tot gevolg heeft. Een tweede nadeel is dat dergelijke apparaten nogal storingsgevoelig zijn en onderhoud vergen. Het inktlint

strijkt voortdurend tegen de printkop, waardoor deze laatste langzaam maar zeker vervuilt. Gedroogde inktresten kunnen een gaatje, waardoor een naaldje naar buiten wordt geslagen, gedeeltelijk afsluiten. Hierdoor kan een naald vastlopen of zelfs breken. Het gevolg is dat er door iedere geprinte regel een duidelijk herkenbare witte streep loopt. Naalden zijn niet te vervangen, het enige dat er op zit is een volledig nieuwe printkop te monteren.

NAB-grafiek Is de door de "National Association of Broadcasters" (NAB) opgestelde en internationaal gestandaardiseerde weergave-curve voor het opnemen en weergeven van audio op magnetische tape. Deze curves verlopen niet lineair, maar men houdt rekening met de op de tape steeds aanwezige ruis en het van nature lage uitsturingsbereik voor lage frequenties.

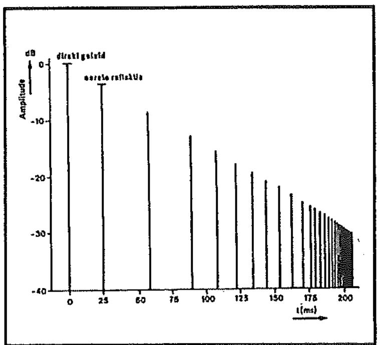
Nagalm Een verschijnsel dat ontstaat door een audio-signaal te vertragen en dit vertraagde signaal in real time te mengen met het oorspronkelijke signaal. Nagalm onderscheidt zich van echo, doordat bij echo het originele geluid en het vertraagde geluid duidelijk van elkaar te onderscheiden zijn. Bij nagalm is de vertraging zo klein, dat hiervan geen sprake is. Door het toepassen van "nagalm" kan men iele stemmen wat meer "volume" geven.

Nagalm is een acoustisch effect dat in iedere ruimte optreedt vanwege het natuurkundige gegeven dat geluid uit drukgolven bestaat en deze drukgolven tegen de wanden van de ruimte reflecteren. Als er, zoals getekend in figuur 10-693, in een ruimte een geluidsbron aanwezig is, dan zullen de drukgolven die door deze bron geproduceerd worden zich in alle richtingen uitbreiden. Als de golffronten de wanden raken, wordt een gedeelte van de energie geabsorbeerd en een gedeelte weerkaatst. Op deze manier ontstaan een in principe oneindig aantal paden tussen de geluidsbron en de luisteraar.



Figuur 10-693: Nagalm (1).

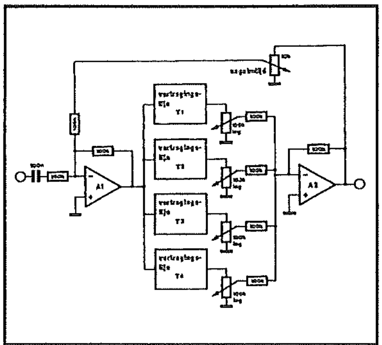
Het directe pad is door een volle lijn voorgesteld. Dit geluid legt de kortste weg af tussen bron en luisteraar en dringt dus onvertraagd in de oren van de luisteraar. Met een streep/punt lijn is een aantal paden voorgesteld die ontstaan door enkelvoudige reflectie. Deze leggen een langere weg af en komen dus iets vertraagd bij de luisteraar terecht. De paden die door een streep/streep lijn zijn voorgesteld ontstaan door twee- of meervoudige weerkaatsing. Als de geluidsbron een zeer korte klik produceert, dan zal de luisteraar in principe een heleboel klikjes horen. Nu zal het duidelijk zijn dat niet alle golffronten, die de luisteraar bereiken, even sterk zijn. Klikjes die worden weerkaatst zijn per definitie zwakker dan het directe geluid, omdat de wand een deel van de energie absorbeert. Bovendien wordt het geluid zwakker naarmate het een langere weg door de ruimte heeft afgelegd. Men kan dus een amplitude/tijd-diagram opstellen, met als resultaat iets dat er uitziet zoals getekend in figuur 10-694. Het directe geluid is het sterkst, de diverse reflecties nemen af in amplitude, maar komen ook steeds dichter bij elkaar te liggen.



Figuur 10-694: Nagalm (2).

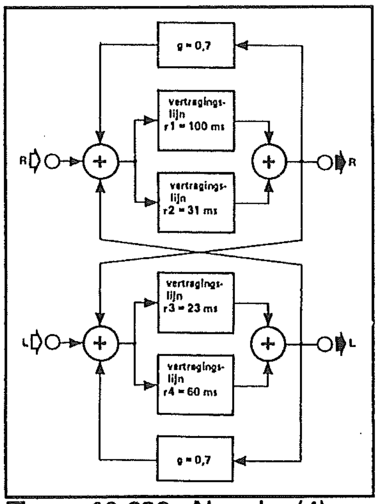
Als men elektronisch nagalm wil genereren, dan volstaat het echt niet om één vertraging in te bouwen en de uitgang daarvan terug te koppelen naar de ingang. Dat is een goedkoop systeem, dat helaas vaak wordt toegepast, maar een heel kunstmatig effect opwekt. Het grote probleem van een dergelijke schakeling is dat alle galmeffecten dezelfde vertraging hebben, hetgeen duidelijk in tegenspraak is met de karakteristiek van figuur 10-694. Een écht professionele nagalm moet opgebouwd worden volgens het blokschema van figuur 10-695. Er worden diverse vertragingslijnen parallel geschakeld, die ieder uit een emmertjes-geheugen kunnen bestaan. Iedere vertragingslijn

heeft een andere vertraging. De uitgangen worden in een eenvoudige weerstandsmenger met elkaar gemengd. Met de potentiometers is het mogelijk de amplitude van ieder afzonderlijk vertraagd signaal in te stellen. Het uitgangssignaal wordt via een potentiometer teruggekoppeld naar de ingang. Op deze manier zal het vertraagde signaal gedeeltelijk op de ingang verschijnen en nog eens vertraagd worden. De schakeling levert dus meer vertragingen dan het aantal toegepaste vertragingslijnen doet vermoeden. Op deze manier komt men het dichtst in de beurt van de ideale grafiek.



Figuur 10-695: Nagalm (3).

Om een natuurlijk effect te bereiken moet men er voor zorgen dat de verschillende vertragingstijden geen gemeenschappelijke veelvouden hebben. Alleen dan is men er zeker van dat een heel spectrum van vertragingstijden ontstaat, die niet samenvallen. Bij het dimensioneren van dergelijke schakelingen moet men er rekening mee houden dat de vertragingstijden van de blokken ergens tussen 10 ms en 100 ms moeten liggen.
Wil men nagalm toepassen in een stereo systeem, dan zou men natuurlijk twee van de besproken schakelingen kunnen opnemen in het systeem. Een veel beter idee is gebruik te maken van de schakeling van figuur 10-696. Hierin worden ook vier vertragingen toegepast. Twee zitten in het signaalpad van het linker kanaal, twee zitten rechts. De vier vertragingslijnen hebben verschillende vertragingstijden. Er zijn verschillende terugkoppelingen aanwezig.



Figuur 10-696: Nagalm (4).

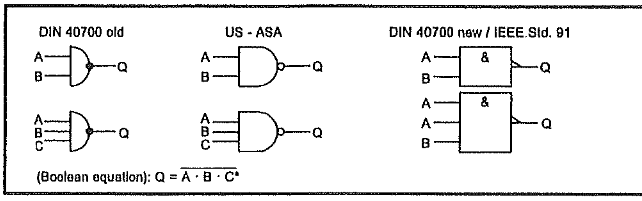
Op de eerste plaats wordt de uitgang van ieder kanaal teruggekoppeld naar de eigen ingang, met een signaalverzwakking van ongeveer 0,7. Daarnaast gaat de uitgang van het linker kanaal naar de ingang van het rechter kanaal en vice versa. Op deze manier ontstaan zeer veel nagalmeffecten, ieder met een eigen vertraging en een eigen amplitude. De ideale karakteristiek wordt maximaal benaderd. Let even op de vertragingstijden! De tijden 23 ms, 31 ms, 60 ms en 100 ms zijn zo gekozen dat deze geen gemeenschappelijke veelvouden hebben! Natuurlijk hebben 100 ms en 60 ms een eerste gemeenschappelijk veelvoud van 600 ms. Maar die tijd wordt eerst bereikt nadat het 60 ms signaal tien keer door het systeem is gegaan en het 100 ms signaal zes keer. Op dat moment zijn de signalen zo verzwakt dat zij geen zinvolle bijdrage meer leveren aan het gezamenlijk signaal.

NAK Afkorting van "Negative Acknowledge", de mnemonic voor ASCII-karakter 21. Wordt bij sommige datatransport systemen gebruikt voor het aangeven dat er een datapakket corrupt is ontvangen.

NAND-poort Een logische schakeling, met minstens twee ingangen en slechts één uitgang. De uitgang is "L" dan en alleen dan als alle ingangen "H" zijn. Als één van de ingangen naar "L" gaat, zal de uitgang van de NAND-poort "H" worden. In figuur 10-670 zijn de verschillende symbolen voor een NAND-poort getekend, de waarheidstabel en de booleaanse vergelijking.

nano Voorvoegsel waardoor een bepaalde eenheid vermenigvuldigd wordt met 0,000.000.001 of 10^{-9}, afkorting n. Wordt in de elektronica voornamelijk gebruikt bij condensatoren, bijvoorbeeld in 47 nF = 0,000.000.047 F.

Nanobot Een robot met microscopische afmetingen, volledig samengesteld met nanotechnologie. Een zeer interes-



Logic table:

A	B	C	Q
H	H	H	L
L	X	X	H
X	L	X	H
X	X	L	H

Figuur 10-670: NAND.

sante ontwikkeling, die de technologie van de 21e eeuw volledig zal domineren. Met nanobot's zal het mogelijk zijn operaties in het lichaam uit te voeren zonder dat er gesneden moet worden!

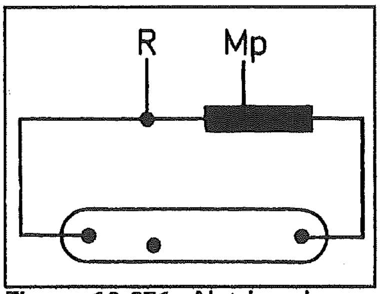
Nanocomputer Een computer waarin de logische vergelijkingen op moleculaire schaal worden uitgevoerd. Een ontwikkeling die volop in evolutie is en die de wereld net zo zal veranderen als de introductie van de "elektronische" computer.
Bij nanocomputers werkt men ofwel met opto-mechanische schakelaars met moleculaire afmetingen of met biologische schakelaars, die op dezelfde manier werken als de cellen van de hersenen.

Nanotechnologie (elektronica) De technologie die in de 21e eeuw tot ontwikkeling zal komen! In het algemeen kan men stellen dat nanotechnologie in de elektronica er op neer komt dat schakelende elementen worden ontworpen met afmetingen die deze van atomen benaderen. Hiervoor is het noodzakelijk dat men de eigenschappen van één atoom individueel kan benaderen en manipuleren. De eerste experimenten op het gebied van elektronische nanotechnologie werden uitgevoerd door IBM, die in 1990 in staat was het bedrijfs-logo op een plaatje nikkel te "schrijven" met individuele xenon atomen. De gedachte dat men binnenkort in staat is poorten en flip-flop's te ontwerpen die maar een paar atomen groot zijn houdt alle research-laboratoria in de wereld bezig. Zelfs met weinig verbeelding is het in te zien dat deze technologie een nieuwe informatica-revolutie zal doen ontstaan.

Nat-elektrostatische printer Bij nat-elektrostatische printers wordt gewerkt met vloeibare toners. De kleurstoffen zijn verwerkt in een emulsievloeistof. In een emulsie wordt gebruik gemaakt van een vloeibare drager, waarin de actieve stoffen onder de vorm van zeer kleine druppeltjes als het ware zweven. De bekendste emulsie is zonder enige twijfel mayonaise. Het medium, waarop gedrukt moet worden, wordt elektrostatisch opgeladen, bijvoorbeeld door een laserstraal. Nadien wordt het medium door één bad emulsie (zwartdruk) of door vier baden (kleurendruk) gevoerd. Overal waar op het medium elektrische lading aanwezig is, worden de kleine druppeltjes uit de emulsie naar het papier getrokken. Nadien wordt het papier gedroogd, waarbij meteen de tonerdruppeltjes op het papier worden gefixeerd. Het voordeel van deze technologie is dat men in staat is printers te bouwen die zeer grote papierformaten kunnen bedrukken. De op dit moment ***haalbare resolutie*** bedraagt 400 dpi. Nadelen zijn dat vrij veel giftige dampen vrijkomen en dat men de nodige aandacht moet besteden aan het afzuigen van deze dampen. Vandaar dat dit soort printers alleen in gespecialiseerde drukkerijen worden toegepast, waarbij met hoge snelheid grote oplagen van elektronische gegevens moeten worden geprint.

Nat element Een elektrische cel waarbij het elektrolyt een vloeibare oplossing is, zoals in een auto-accu. Ook de Leclanché-cel is een voorbeeld van een nat element.

Natrium lamp Een lamp waarbij het licht ontstaat door elektrische ontladingen in natrium dampen. Meestal bestaat een dergelijke lamp uit een U-vormige glazen buis, gevuld met een weinig natrium en een weinig neon. Dit laatste gas is noodzakelijk om de buis te laten ontsteken. De buis wordt opgenomen in het schema van figuur 10-671. De smoorspoel zorgt voor de hoge spanning die nodig is voor het ontsteken. In eerste instantie wordt de ontsteking onderhouden door het neon-gas. De buis straalt hierdoor een rood-bruin licht uit. De buis gaat bovendien opwarmen waardoor na 10 tot 15 minuten het natrium verdampt en het gasvormige natrium de ontsteking overneemt. De lamp gaat dan een intens geel licht uitstralen met een golflengte van 0,589 µm. De lichtopbrengst van natrium lampen is zeer groot, namelijk gemiddeld 96 lm/W. De levensduur is echter beperkt tot gemiddeld 7.500 brand-uur. Natrium lampen worden voornamelijk gebruikt voor het verlichten van wegen en grote industrie terreinen.



Figuur 10-671: Natrium lamp.

Natuurlijk getal Een geheel getal, gelijk aan of groter dan nul.

Natuurlijk logaritme Logaritme met een grondtal gelijk aan e, oftewel 2,7182818.... Het getal e is de limiet van de reeks 1 + 1 + 1/2! + 1/3! + 1/4! + ... + 1/n!
Logaritmen vormen een wiskundige techniek om te reke-

nen aan en met zeer grote en zeer kleine getallen. De logaritme van een bepaald getal x met grondtal a is de exponent van de macht waartoe men a moet verheffen om het getal x te krijgen. Een cryptische omschrijving, die ongetwijfeld toelichting behoeft. Stel men heeft het getal 4. Men wil hiervan het logaritme bepalen met grondtal 2. Tot welke macht moet men dit grondtal verheffen om weer het oorspronkelijke getal 4 te krijgen? Het antwoord is in dit eenvoudig voorbeeldje duidelijk: 2. Het getal 2 tot de tweede macht (2^2) is immers weer gelijk aan 4, het oorspronkelijke getal. Het getal 2 is dus de logaritme van het getal 4 met grondtal 2. De algemene uitdrukking voor een logaritme luidt:

$^{a}\log x = b$

waarin:
- a: het grondtal is;
- x: het getal is waarvan men het logaritme moet berekenen;
- b: het logaritme is van het getal x met als grondtal a.

Zuiver theoretisch kan men gelijk welk grondtal kiezen. Bij het natuurlijk logaritme wordt gewerkt met het magische getal e als grondtal. Dergelijke logaritmen worden ook wel "Neperiaanse" logaritmen genoemd, het symbool is dan ln. Ln 100 is dan het getal tot hetwelke men het getal e moet verheffen om 100 als antwoord te krijgen.

Nauwkeurigheidsklasse Een gestandaardiseerde cijfercode waarmee men de maximaal toelaatbare meetfout van meetapparatuur definieert. De fout wordt onder een procentwaarde van de maximale meetbereiken aangeduid. Een meetapparaat met nauwkeurigheidsklasse 0,1 heeft dus een maximale afwijking van +/-0,1 % van de volle schaal waarde.

De verschillende klassen kunnen als volgt worden ingedeeld:
- klasse 0,1 voor laboratorium apparatuur;
- klasse 0,2 voor laboratorium apparatuur;
- klasse 0,5 voor laboratorium apparatuur;
- klasse 1,0 voor industriële apparatuur;
- klasse 1,5 voor industriële apparatuur;
- klasse 2,5 voor hobby apparatuur;
- klasse 5,0 voor tendensaangevende apparatuur.

NAVAR Letterwoord van "NAVigation And Ranging". Een radar-systeem dat bij luchthavens wordt gebruikt en alle luchtbewegingen observeert. De resultaten worden teruggeseind naar alle vliegtuigen in de buurt van de luchthaven.

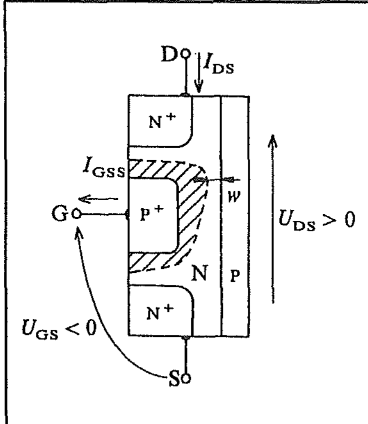
NAW-bestand Een bestand dat primaire adresgegevens bevat: Naam, Adres en Woonplaats.

NBFM Letterwoord voor "Narrow Band Frequency Modulation". Een modulatie-systeem waarbij de maximale frequentie-afwijking gelijk is aan de modulatie-frequentie. Wordt een draaggolf van 1 MHz gemoduleerd met een signaal met een frequentie van 1 kHz, dan zal het totale frequentiespectrum lopen van 999,9 kHz tot 1,001 MHz.

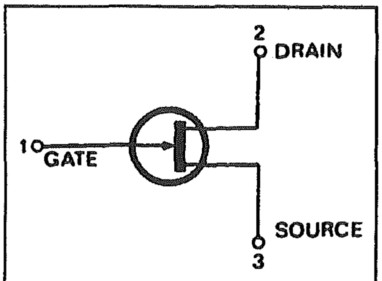
NC Afkorting van "Normally Closed". Een schakelaarcontact dat in rusttoestand gesloten is. Bij relaiscontacten betekent dit dat het contact gesloten is als de spoel van het relais niet bekrachtigd is.

N channel FET Afgekort tot NFET. Een FET waarbij de gate is aangesloten op een type P materiaal dat is aangebracht in een type N materiaal dat de source en drain verbindt, zie figuur 10-672. De werking van het onderdeel berust op het aanbrengen van een negatieve spanning op de gate ten opzichte van de source. Hierdoor ontstaat er rond de gate een zogenoemde verarmingszône die min of meer diep in het kanaal tussen source en drain doordringt. De geleiding tussen source en drain kan dus gevarieerd worden door de spanning op de gate. Bij een voldoende negatieve spanning op de gate blokkeert de verarmingszône het volledige kanaal, waardoor de FET volledig wordt afgeknepen en er geen stroom tussen source en drain kan vloeien.

Het symbool van een NFET is getekend in figuur 10-673.



Figuur 10-672: N channel FET (1).



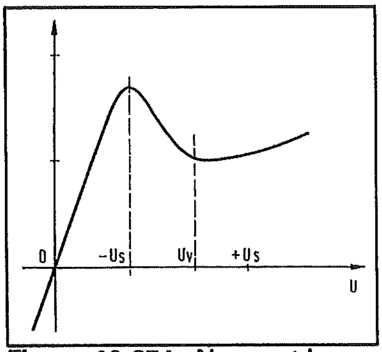
Figuur 10-673: N channel FET (2).

NCSA Letterwoord van "National Center for Supercomputing Applications". Het software laboratorium waar de eerste gebruikersvriendelijke Internetbrowser "Mosaic" werd ontworpen en waarmee de basis werd gelegd tot het wereldwijde succes van het Internet. Mosaic werd commercieel geëxploiteerd door CompuServe.

Negatieve machten Negatieve machten, zoals 10^{-3}, worden vaak in de elektronica toegepast voor het weergegeven van zeer kleine getallen. In het algemeen kan men stellen dat:
$A^{-b} = 1/A^b$
Voorbeeld: 10^{-3} is dus gelijk aan $1/10^3 = 1/1.000 = 0{,}001$.

Negatieve logica Logica, waarbij het begrip "waar" wordt voorgesteld door een negatieve spanning ten opzichte van de spanning die het begrip "niet waar" voorstelt. In de meeste gevallen werkt men echter met positieve logica, bijvoorbeeld bij TTL en CMOS. Hierbij staat "waar" voor een spanning die groter is dan +2,4 V en het begrip "niet waar" voor een spanning die kleiner is dan +0,4 V.

Negatieve weerstand Een weerstand die voldoet aan de volgende wet: als de spanning over de weerstand stijgt, dan zal de stroom door de weerstand dalen. Een dergelijk verschijnsel is dus onverklaarbaar met de beroemde Wet van Ohm. Die stelt immers dat de stroom door een weerstand stijgt als de spanning over de weerstand stijgt. Vandaar dat men van "negatieve" weerstand spreekt. Negatieve weerstanden zijn niet in de handel, maar er zijn bepaalde onderdelen die in hun stroom/spanning-karakteristiek een gebied met negatieve weerstand vertonen. Een typisch voorbeeld is de GUNN-diode, waarvan de stroom/spanning-karakteristiek getekend is in figuur 10-674. Tussen de spanningen $-U_S$ en U_V ligt het gebied met negatieve weerstand. Dit word gekarakteriseerd door een negatieve helling in de curve.

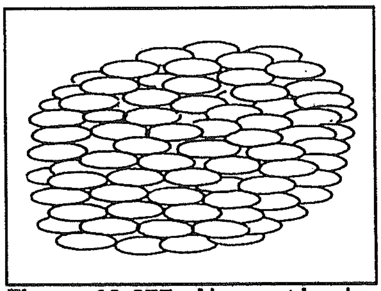


Figuur 10-674: Negatieve weerstand.

Onderdelen met negatieve weerstand kunnen gebruikt worden voor het samenstellen van oscillatoren, omdat het onderdeel in het gebied met negatieve weerstand geen vermogen lijkt te verbruiken, maar vermogen kan leveren.

Nematische LCD Men heeft ontdekt dat er bepaalde organische verbindingen bestaan die naast gasvormig, vloeibaar en vast, een soort van vierde aggregatie-toestand kennen. Deze bevindt zich tussen de vaste en de vloeibare fase en beslaat een gebied van maar enige tientallen graden. Deze toestand wordt "het vloeibare kristal" genoemd. In deze toestand zullen de moleculen hun kristalstructuren verlaten, maar zich nog niet ongestoord vrij door de stof bewegen. Afhankelijk van het soort stof zullen de moleculen tweedimensionale structuren aannemen met een specifieke vorm. Met onderscheidt drie verschillende molecuulstructuren bij stoffen die deze vloeibare kristal fase kennen:
- stoffen met smectische fase;
- stoffen met nematische fase;
- stoffen met cholesterische fase.

Bij de nematische fase groeperen de moleculen zich in de lengterichting van de stof. Een schematische voorstelling van deze structuur is getekend in figuur 10-675.



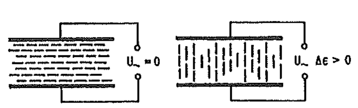
Figuur 10-675: Nematische LCD (1).

De getekende richting van de moleculen is een gemiddelde. Omdat de Brownse bewegingen al actief zijn in de stof en de molecuulbinding erg zwak is zullen de moleculen trillen rond de getekende gemiddelde posities. Vanwege deze zwakke molecuulbinding is het mogelijk de onderlinge uitlijning van de moleculen door middel van externe invloeden te verstoren. In het kader van liquid crystal display's zijn er twee externe invloeden van belang:
- wisselwerking met geëtste glasplaatjes;
- beïnvloeding door elektrische spanningen.

Men kan de uitlijning van de moleculen beïnvloeden door een zeer dunne laag van de stof op te sluiten tussen twee glazen plaatjes, waarvan het oppervlak op een bepaalde manier is behandeld. Etst men bijvoorbeeld op deze plaatjes een submicroscopisch patroon van

evenwijdige lijntjes, dan zullen de moleculen van een stof met nematische eigenschappen zich tegen de glazen plaatjes in dezelfde richting gaan uitlijnen als de geëtste lijntjes. Door de elasticiteit tussen de moleculen onderling zullen alle moleculen van de stof zich in deze richting uitlijnen. De Brownse beweging van de moleculen wordt daardoor onderdrukt, er ontstaat een dunne laag met homogeen uitgelijnde moleculen.

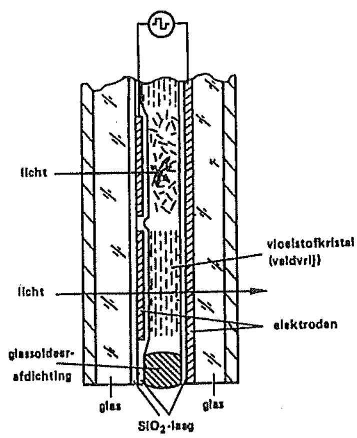
Zet men over de geschetste sandwich-constructie een elektrische spanning, dan stelt men vast dat naarmate de spanning groter wordt de parallelle uitlijning van de moleculen van de nematische stof verstoord wordt. Hoe hoger de spanning, hoe groter de hoek die ontstaat tussen de glasplaatjes en de moleculen. Bij een bepaalde spanning zal de hoek zelfs gelijk worden aan 90°. Dit is voorgesteld in figuur 10-676.



Figuur 10-676: Nematische LCD (2)

De spanning moet echter een bepaalde drempel overschrijden alvorens er van enig effect op de moleculen sprake is. Dat is logisch, omdat de elektrische veldkrachten die op de moleculen worden uitgeoefend eerst de elasticiteitskracht tussen de moleculen onderling en tussen de moleculen en het lijnenpatroon in de glasplaatjes moet overwinnen.

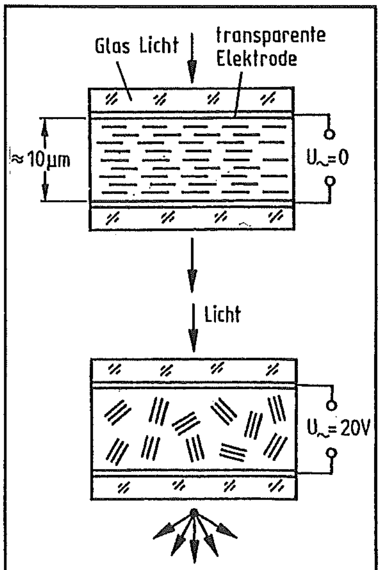
Als een lichtgolf invalt in een LCD met nematische eigenschappen, dan zal de golf zich alleen kunnen verplaatsen langs en tussen de lange sigaarvormige moleculen. Een doorsnedetekening van een dergelijk liquid crystal display is getekend in figuur 10-677.



Figuur 10-677: Nematische LCD (3).

De glazen plaatjes zijn aan de binnenkant voorzien van een laag uit siliciumoxide SiO_2. In deze laag wordt het lijnenpatroon geëtst dat zorgt voor het uitlijnen van de moleculen. Bovendien zorgt deze laag ervoor dat er geen chemische reactie kan ontstaan tussen de verontreinigingen in het glas en de vloeibaarkristallijne stof. Op de laag SiO_2 worden de elektroden opgedampt. Deze bestaan uit een zeer dunne laag goud. Deze laag is zo dun dat zij volledig transparant is. Op een van de glazen platen (achterzijde van het LCD) wordt de gemeenschappelijke elektrode geëtst, de zogenaamde backplane. Op de andere plaat wordt de vorm van de segmenten (alfanumerieke display's) of de vorm van pictogrammen geëtst. De elektroden worden door middel van dunne gouden sporen verbonden met de connectoren aan de randen van het liquid crystal display. Eventueel wordt de buitenzijde van de glazen plaatjes voorzien van een reflecterende laag (achterzijde van het LCD) en van een antireflecterende laag (voorzijde van het display). Nadat de twee glazen platen op de juiste afstand van elkaar zijn gebracht en de nematische stof is aangebracht wordt de constructie luchtdicht afgesloten met een afdichting, meestal een prop indium.

De elektrische werking van een nematische liquid crystal display volgt uit figuur 10-678.



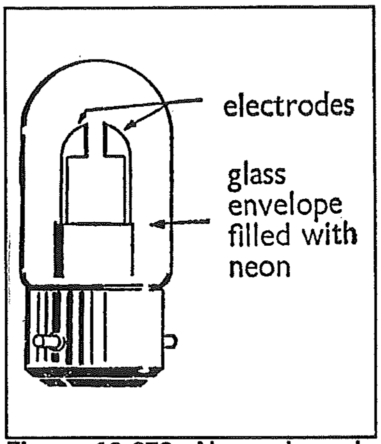
Figuur 10-678: Nematisch LCD (4).

Als het LCD-segment niet onder spanning staat dan zullen alle moleculen van de vloeibaarkristallijne stof evenwijdig geordend staan. Het licht kan tussen de sigaarvormige moleculen zijn weg vervolgen, het segment is transparant. Wel is het zo dat de evenwijdig gerichte moleculen het golffront van de elektromagnetische velden in één richting dwingt. Het uittredende licht is gepola-

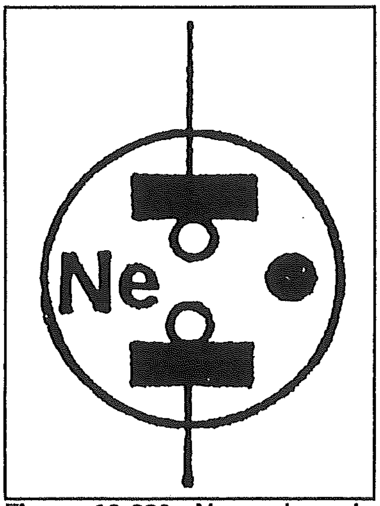
riseerd, de richting van alle velden is gelijk. Als het segment wordt aangesloten op een wisselspannning van voldoende grootte, dan zal de evenwijdige structuur van de moleculen verbroken worden. Het elektrisch veld veroorzaakt krachten op de moleculen, het gevolg is dat de stof in een hydrodynamische turbulentie terecht komt. De nematische ordening van de moleculen blijft slechts bestaan binnen zeer kleine gebieden van de stof. Deze gebieden zijn slechts enige μm^2 groot. Door de turbulentie in de stof zullen deze gebieden wel steeds kleiner en groter worden, waardoor er steeds andere grensvlakken ontstaan. Het licht zal nu tussen deze willekeurig gerichte en steeds variërende grensvlakken volledig verstrooid worden. Het gevolg is dat het segment niet-transparant wordt.
Vanwege het steeds wisselende, dus dynamische, gedrag in de stof worden deze LCD-display's ook wel DSM-LCD's genoemd. Dat letterwoord staat voor "Dynamic Scattering Mode", vrij vertaald een methode voor het dynamisch verstroooiën van de moleculen.
De nematische LCD heeft als ***groot voordeel*** dat er geen polarisatoren moeten worden toegepast, hetgeen kostenverlagend werkt. Bovendien is het mogelijk zeer grote actieve oppervlakken te maken, omdat het uitrichten van de moleculen door etsing van het sandwich-glas fysisch geen problemen stelt. Men is er al in geslaagd nematische uitlezingen te maken met een actief oppervlak van niet minder dan 25 bij 25 cm^2! Dergelijke grote elementen zijn natuurlijk uitermate geschikt voor het samenstellen van grootbeeld-display's in stadia en dergelijke. Groot ***nadeel*** van deze display's is echter dat er in matrix-typen, dus liquid crystal display's die bestaan uit een groot aantal dicht bij elkaar gelegen kleine puntjes of segmenten, overstraling kan optreden. Dat wil zeggen dat als één punt van de matrix donker wordt gestuurd de vier om dat ene punt liggende punten ook een beetje verduisterd worden.

Neon Een van de inerte gasvormige elementen, met symbool Ne en atoomgetal 10. Als men door neon een elektrische ontlading stuurt, zal het gas reageren door het uitstralen van een karakteristiek dieprood licht. Deze eigenschap zorgt ervoor dat neon ook nu nog vaak in de elektrotechniek wordt toegepast, bijvoorbeeld in neon lampjes.

Neon lampje Een klein glazen lampje, volgens figuur 10-679 voorzien van twee elektroden en gevuld met neon gas onder lage druk. Als men tussen de elektroden een spanning zet die groter is dan de doorslagspanning van het gas, dan zal er en elektrische ontlading door het gas ontstaan, waardoor dit een karakteristiek dieprode gloed gaat uitstralen. Neon lampjes werden vroeger vaak gebruikt als indicatielampje, bijvoorbeeld voor het aangegeven dat ergens spanning op staat. Voordeel van neon lampjes is dat zij zeer weinig stroom opnemen en rechtstreeks via een voorschakelweerstand met de 230 V van het net verbonden kunnen worden. Iets dat met de moderne LED's nog steeds vrij problematisch is! Tegenwoordig hebben LED's toch in de meeste gevallen neon indicatoren vervangen. Een toepassingsgebied zal echter nog wel zeer lang aan de neon lampjes toebehoren: de bekende schroevendraaier/spanningszoekers, waar een neon lampje gaat gloeien als de zeer lage lekstroom die door het menselijk lichaam vloeit er doorheen loopt.
Het symbool van een neon lampje is getekend in figuur 10-680.



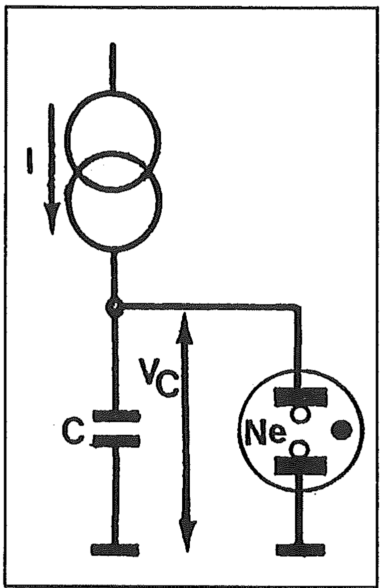
Figuur 10-679: Neon lampje (1).



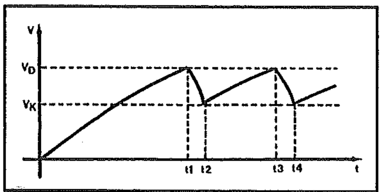
Figuur 10-680: Neon lampje (2).

Neon oscillator Een eenvoudige oscillator, die zaagtandvormige spanningen genereert.

Het principe is getekend in figuur 10-681.



Figuur 10-681: Neon oscillator (1).



Figuur 10-682: Neon oscillator (2).

Een condensator C wordt via een stroombron I (dat kan een heel grote weerstand zijn) opgeladen uit een hoge gelijkspanning. De condensatorspanning zal dus vrij lineair stijgen. Over de condensator is een neon lampje geschakeld. As de condensator geladen is tot de doorslagspanning van dit lampje gaat dit ontsteken en zal de condensator snel ontladen. De ontlading stopt op het moment dat de spanning over het lampje niet meer in staat is de ontlading door het neon gas in stand te houden. Over de condensator ontstaat dus, zoals getekend in figuur 10-682, een zaagtandvormige spanning met grenzen V_D en V_K. Het voordeel van dit systeem is dat het rechtstreeks gevoed kan worden uit de gelijkgerichte netspanning en geen dure voeding noodzakelijk is.

NEP Letterwoord voor het begrip "Noise Equivalent Power", het vermogen dat door een effectief signaal met een signaal/ruis-verhouding van 1 in een detector wordt gegenereerd.

Neper Eenheid Np, grootheid die het natuurlijk logaritme voorstelt van de verhouding tussen twee spanningen of stromen: $Np = \log_e \sqrt{U_1/U_2}$

Nepers logaritme Zie Neper.

Nernst brug Een brugschakeling voor het nauwkeurig meten van capaciteiten. De brug wordt gevoed met een wisselspanning, in alle vier de takken staan condensatoren.

Nernst effect Het natuurkundig verschijnsel dat over een warmtegeleidende metalen strip, waarop een loodrecht magnetisch veld invalt, een bepaalde kleine gelijkspanning ontstaat.

Nesting (1) Programmeertechniek: het invoegen van een loop of een subroutine in een loop of subroutine. Nesting kan heel wat programmaregels besparen, maar is ook gevaarlijk omdat men er goed moet op letten dat het programma onder alle mogelijke omstandigheden weer uit de sub-loop of sub-subroutine kan ontsnappen.

Nesting (2) HTML: het opnemen van een bepaalde instructie binnen een andere instructie, bijvoorbeeld een tabel binnen een andere tabel:

<TABLE .....>
Programmering eerste tabel
<TABLE .....>
Programmering tweede tabel
</TABLE>
</TABLE>

NetBEUI Afkorting van "NetBIOS Extended User Interface". Het netwerk transport protocol dat door Microsoft en IBM wordt toegepast bij alle netwerk-software.

NetBIOS Een "Applications Programming Interface" (API) voor alle IBM-compatibele PC's werkend onder MS-DOS. Deze interface bevat een aantal instructies die door programma's gebruikt kunnen worden voor het verzenden en/of ontvangen van gegevens naar/van andere computers.

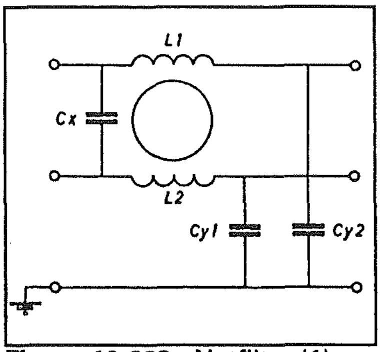
Netfilter Door het toenemende gebruik van storingsgevoelige apparatuur zoals computers is het probleem van elektrische ontstoring zeer actueel geworden. In ieder huis, in ieder bedrijf bevinden zich tegenwoordig immers vele elektrische of elektronische apparaten, die flink wat storing veroorzaken. Deze apparaten kunnen grofweg in vijf groepen ingedeeld worden.

- Fase aansnij apparatuur met thyristoren en triac's;
- Gelijkrichters voor grote vermogens;
- Hoogfrequent generatoren met snelle vermogenstransistoren;
- Gestabiliseerde voedingen die werken volgens het principe van de geschakelde regeling.
- Schakelingen die motoren bevatten, die op willekeurige momenten worden in- en uitgeschakeld.

De vermogenselektronica die in dergelijke schakelingen en apparaten wordt gebruikt, veroorzaakt steeds stoorspanningen op het wisselspanningsnet. Deze stoorspanningen uiten zich onder de vorm van hoogfrequente signalen, die soms frequenties

hebben tot rond de 20 MHz! De amplitude van deze signalen ligt soms een factor 1.000 hoger dan de officieel toegelaten waarden. Voornamelijk het frequentiegebied tussen 150 kHz en 20 MHz is zeer kritisch. Netleidingen gedragen zich voor deze frequenties als ideale draad-antennes, die een behoorlijk groot elektromagnetisch veld met de genoemde frequenties in de ruimte uitstralen. Deze elektromagnetische stralingen kunnen door andere signaalvoerende geleiders worden opgepikt en kunnen zich optellen bij de signalen die over deze aders worden getransporteerd. Het gevolg kan een ongewenste signaalmenging zijn, waardoor som- en verschilfrequenties ontstaan die de goede werking van de apparatuur kunnen verstoren.

In principe kan men twee zeer verschillende wegen bewandelen om de invloed van de hoogfrequente stoorsignalen te elimineren. Het ligt voor de hand dat men in eerste instantie het probleem bij de bron moet aanpakken. Hetgeen er op neer komt dat men bij iedere potentiële storingsbron een ontstoornetwerk moet aanbrengen. Dit noemt men de uitgangsnetfilters, omdat zij verhinderen dat stoorsignalen uit apparaten komen en het net infiltreren. Maar het is uiteraard een feit dat men niet alle stoorbronnen zélf in de hand heeft! Stoorsignalen kunnen via het elektriciteitsnet doorgekoppeld worden van het ene naar het andere huis en men heeft weinig invloed op de mate waarin buren hun apparatuur ontstoren. De tweede weg is dus het verhinderen dat stoorsignalen doordringen tot storingsgevoelige apparatuur zoals computers. Dat kan door het aanbrengen van netfilters in de netaansluitingen van dergelijke apparaten. En het zal wel duidelijk zijn dat men dergelijke filters ingangsnetfilters noemt. Het ideale schema van een uitgangsnetfilter is getekend in figuur 10-683.

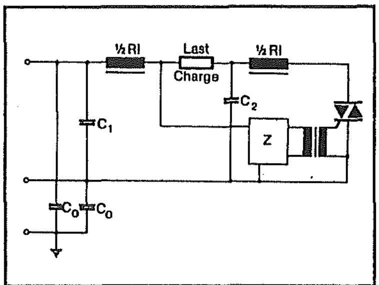


Figuur 10-683: Netfilter (1).

De linker kant van het filter gaat naar de stoorbron, de rechter wordt aangesloten op het wisselspanningsnet en gaat dus via dat net naar het storingsgevoelige apparaat. De tussen de fase en de nul aangesloten condensator C_x dempt symmetrische stoorsignalen. Tussen de fase en de aarde staat een LC-filter L_1/C_{y1} dat geschakeld is als laagdoorlaatfilter. Tussen de nul en de aarde staat een identiek filter. Beide filters dempen de asymmetrische stoorsignalen.

De samenstelling van een ontstoorfilter dat als uitgangsfilter wordt toegepast is van een aantal zaken afhankelijk:
- van de verwachte (en eventueel te berekenen) amplitude van de stoorsignalen;
- van de mate waarin men de stoorsignalen wil onderdrukken;
- van het soort belasting, zuiver resistieve belastingen zoals gloeilampen vereisen andere filters dan zeer inductieve belastingen zoals motoren.

De amplitude van de stoorsignalen is in grote mate afhankelijk van het vermogen dat door de fase aansnij besturing wordt geschakeld. Een lichtdimmertje dat een gloeilamp van 100 W regelt zal minder stoorsignalen genereren dan een lichtregeltafel, waarmee men 2.000 W spot's in een disco of theater aanstuurt. De mate waarin men de stoorsignalen wil onderdrukken is afhankelijk van het feit of men zich aan de internationale voorschriften wil houden. Iedere norm beschrijft een bepaalde amplitude-frequentie karakteristiek, waarin duidelijk is vastgelegd hoeveel hoogfrequente spanning een netgevoed apparaat via het netsnoer mag uitstralen. Deze karakteristieken zijn frequentieafhankelijk.

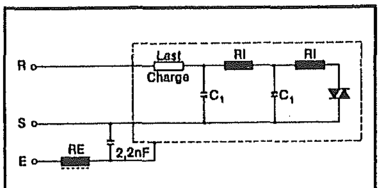


Figuur 10-684: Netfilter (2).

De aard van de belasting speelt een belangrijke rol bij de samenstelling van het netfilter. Motoren hebben spoelen en deze spoelen kunnen in sommige gevallen worden ingeschakeld als deel van het ontstoorfilter. Zeker als men te maken heeft met grote vermogens kan deze constructie een of zelfs twee zeer dure en grote ontstoorspoelen uitsparen.

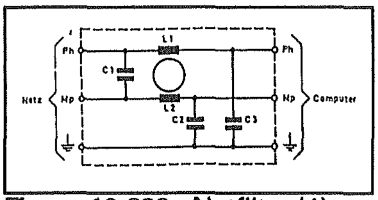
Het ideale netfilter is opgebouwd met dubbele verzadigde ontstoorspoelen. Dit filter kan gebruikt worden in omgevingen, waar zeer hoge eisen

worden gesteld aan de ontstoring van schakelingen. Met twee spoelen en vier condensatoren kunnen, volgens het schema van figuur 10-684, ontstoorfilters worden samengesteld die meer dan 70 dB verzwakken bij 150 kHz.
Een tweede soort van netfilter noemt men "aardingsspoelen". Aardingsspoelen worden rechtstreeks in serie met de aarding van een apparaat opgenomen en zorgen voor extra demping van de asymmetrische stoorstromen die door de aarding zouden kunnen afvloeien. Er bestaan twee typen, namelijk een soort die speciaal is ontworpen voor het onderdrukken van laagfrequente stoorsignalen en een soort die speciaal is ontworpen voor het dempen van hoogfrequente stoorsignalen. Kenmerk van de aardingsspoelen is dat zij gewikkeld moeten worden uit draad met dezelfde diameter als deze die door de geldende normbladen voor aardingen wordt voorgeschreven. Deze ontstoorspoelen kunnen worden ingezet bij fase aansnij schakelingen en worden dan opgenomen tussen de aarding van de behuizing van het apparaat en de aarding van het net. Uiteraard mag de behuizing dan niet meer rechtstreeks aan de aarde liggen! Deze typen worden gekenmerkt door een eigen resonantie frequentie die rond de 300 kHz ligt. Een toepassingsvoorbeeld van dergelijke netfilters is getekend in figuur 10-685.



Figuur 10-685: Netfilter (3).

Zoals reeds in de inleiding gesteld, kan men nadelige verschijnselen van stoorsignalen niet altijd bij de bron uitschakelen. Vandaar dat het zeer belangrijk is storingsgevoelige apparatuur te voorzien van ingangsfilters. Deze filters dempen de via het net binnenkomende stoorsignalen en zorgen ervoor dat het apparaat er zo min mogelijk last van heeft. Ook op het gebied van ingangsfilters bestaan uiteraard diverse configuraties, ieder met bepaalde specifieke dempingseigenschappen. Men koopt deze kant en klaar, ingebouwd in een speciale modulaire behuizing of zelfs in een netaansluiting. In het laatste geval is vaak de netzekering in het filter geïntegreerd. Schaffner levert ingangsfilters voor apparatuur die geaard is, maar ook voor apparatuur die geen aardaansluiting heeft. Daarnaast zijn typen leverbaar met soldeeraansluitingen, maar ook met faston-stekers. Het standaard schema van een dergelijk netfilter mét aarding is getekend in figuur 10-686. Het filter bestaat uit een stroomgecompenseerde ontstoorspoel en de standaard condensatoren die bij een dergelijke spoel horen.

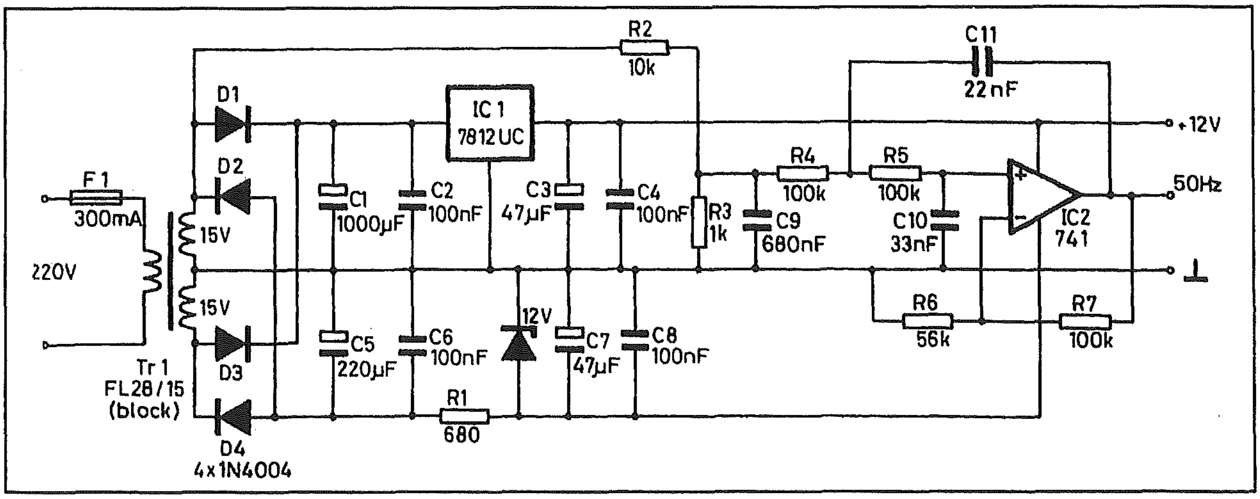


Figuur 10-686: Netfilter (4).

Naast de filters, die geïntegreerd zijn in een netaansluiting, levert Schaffner ook een reeks filters die zijn ingegoten in een module. Sommige van deze modellen hebben printaansluitingen en kunnen dus rechtstreeks op de print gemonteerd worden. Eigenschap van deze filters is dat zij niet voorzien zijn van een eigen aardingsaansluiting. Dat is vrij logisch, want het is op een print absoluut verboden om de dunne kopersporen als aarding te laten fungeren! Aarding moet dus extern aangebracht worden, waarbij wordt aanbevolen een aardingsspoel in serie op te nemen.

Netfrequentie De frequentie van de spanning van het openbaar elektriciteitsnet. In Europa is deze gestandaardiseerd op 50,00 Hz, in Amerika op 60,00 Hz. De waarde van de netfrequentie is op korte termijn niet stabiel, maar op langere termijn wél. De lange termijn stabiliteit is zo groot, dat men de netfrequentie kan gebruiken voor het sturen van elektronische klokken en chronometers. In figuur 10-687 is als voorbeeld een schakeling getekend, waaruit een TTL-compatibele 50 Hz referentiepuls uit de netfrequentie wordt afgeleid. Deze puls kan via frequentiedelers teruggebracht worden tot een signaal met een frequentie van 1 Hz, waaruit een elektronische klok gestuurd kan worden.
De spanning van een van de secundaire wikkelingen wordt eerst verzwakt door de weerstandsdeler R2/R3, waarbij door het parallel schakelen van C9 een eerste ruwe onderdrukking van de stoorspanningen wordt doorgevoerd. De schakeling rond de op-amp is een actief 12 dB per octaaf laagdoorlaat filter. Op de uitgang van de op-amp staat een vrij zuivere sinus: de vervorming bedraagt slechts 0,5 %.

Netiquette Samentrekking van de woorden "Network" en



Figuur 10-687: Netfrequentie.

"Etiquette". Een reeks ongeschreven regels die voorschrijven hoe men zich via e-mail moet gedragen op het Internet, nieuwsgroepen, bedrijfsnetwerken, etc.
Een van de voornaamste regels luidt: "denk voor u post", oftewel misbruik e-mail niet voor zaken waar het medium niet voor bedoeld is. Stuur e-mail's alleen naar nieuwsgroepen die er echt belang bij hebben, verzorg uw taal, let op taal- en tikfouten, wees niet onbeleefd, etc. Een andere voorname regel is dat men nooit ongesigneerde e-mail's moet versturen. Kom uit voor wat u te schrijven hebt!

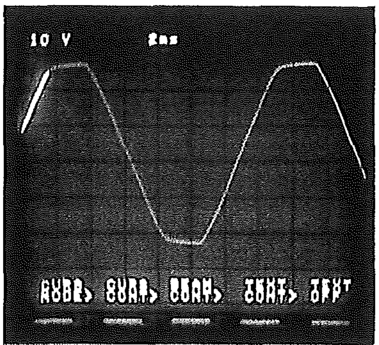
Netlist Een tekstfile die alle onderdelen uit een schema en hun onderlinge verbindingen definieert, zie figuur 10-688. Een netlist wordt automatisch gegenereerd door het betere soort schema-teken programma's. De netlist kan nadien ingelezen worden in een printontwerp programma. Dergelijke programma's zijn in staat aan de hand van de netlist de componenten automatisch op de print te positioneren. Nadien kan men met de hand de noodzakelijke wijzigingen in de onderlinge positie van de componenten aanbrengen. In een volgende stap gaat de zogenoemde "router" van het printontwerp programma de onderlinge verbindingen tussen de componenten, opgeslagen in de netlist, omzetten in een een- of tweezijdig sporenpatroon op het oppervlak van de print.

Net Name	Components and Pins
GND	C1-2, IC1-2, IC2-11, R2-2
VCC	IC2-4, IC1-1
N00001	R1-1, R3-1, IC1-3, C1-1
N00002	R6-1, P1-1, R3-2
N00003	R6-2, IC2-12, R8-1
N00004	IC2-13, R9-1, R7-2
N00005	P1-2, IC2-5
N00006	R4-1, P1-3
N00007	IC2-7, IN2-1, R7-1
N00008	IC2-14, P2-1, R9-2
N00009	R5-1, IN1-1, IC2-6
N00010	IC2-3, R2-1, R1-2
N00011	NULL-1, R4-2, R5-2, IC2-2, IC2-1, R8-2, R10-2
N00012	P2-2, OUT-1
N00013	P2-3, R10-1

Figuur 10-688: Netlist.

NetScape Navigator Een van de bekendste programma's om het Internet te exploreren. De eerste versie van NetScape Navigator werd op 13 oktober 1994 gepresenteerd en was een verdere ontwikkeling van "Mosaic", de door het NCSA (zie aldaar) ontwikkelde allereerste Internet-browser. Hoewel de Navigator zeer populair was en de meeste gebruikte Internet-browser, is NetScape niet opgewassen gebleken tegen de gratis levering van Microsoft's "Internet Explorer" bij diverse versies van Windows.

Netspanning De wisselspanning, die door het elektriciteitsbedrijf wordt geleverd. In Nederland bedraagt de waarde van de netspanning op dit moment officieel 230 $V_{effectief}$ met een frequentie van 50 Hz.



Figuur 10-689: Netspanning.

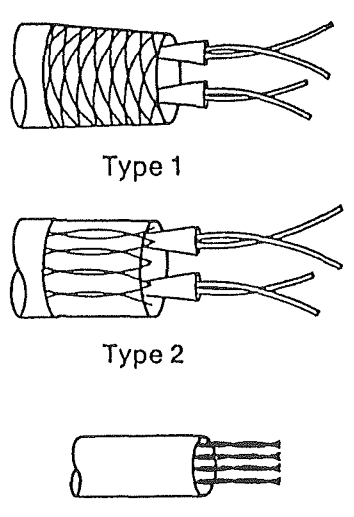
In principe zou de netspanning een zuiver sinusoidale spanning moeten zijn, maar door tal van oorzaken komt daar in de praktijk weinig van terecht. Zoals uit figuur 10-689 blijkt, zijn de toppen van de sinus afgeplat, een gevolg van magnetische verzadiging is de talrijke transformatoren die tussen de generator in de centrale en het

huiselijke stopcontact opgenomen zijn.

Netwerk Algemene benaming van een structuur, die verschillende data producerende of data verwerkende apparaten met elkaar verbindt. Netwerken kan men in vier grote groepen indelen:

- Publieke datanetwerken:
  Deze werken meestal via het openbare telefoonnet en in principe kan iedereen er op inloggen. Uiteraard zijn er echter vele "openbare" netwerken, die alleen toegankelijk zijn voor betalende abonnees.
  Na het betalen van het abonnement krijgt men een privécode, waarmee men op het netwerk kan inloggen.
- Local Area Networks of LAN's:
  Deze netwerken verbinden een aantal computers, terminals en printers die deel uitmaken van één organisatie en op één plaats zijn gevestigd. Deze netwerken maken uiteraard geen gebruik van het openbare telefoonnet, maar hebben een eigen infrastructuur met glasvezel- of coax-kabels.
- Wide Area Networks of WAN's:
  Zoals de naam reeds doet vermoeden werken deze netwerken over langere afstanden. Ook een WAN verbindt computers, terminals en randapparatuur met elkaar. Het grote verschil tussen een LAN en een WAN is echter dat deze apparatuur bij een WAN wereldwijd verspreid kan staan. WAN's maken geen gebruik van het openbare telefoonnet, maar van speciale zeer hoogwaardige verbindingen die van de lokale telefoon maatschappijen worden gehuurd.
- Integrated Services Digital Network of ISDN:
  De bedoeling van ISDN is een glasvezel netwerk op te richten, los van de bestaande openbare telefoonlijnen, waarover met grote snelheid en volledig digitaal spraak, data, tekst en beelden verstuurd kunnen worden.

De ***verbindingskabels*** zijn de ruggengraat van ieder netwerk. Een populair kabeltype bij het LAN zijn de zogenoemde gedraaide kabels of twisted-pair kabels, zie figuur 10-690. Deze kabel bestaat uit om elkaar heen gevlochten geïsoleerde koperdraden. Dankzij een zorgvuldig berekende vlechttechniek kunnen deze gevlochten kabels informatie over een grotere afstand doorgeven dan voor elke draad apart mogelijk zou zijn.



Figuur 10-690: Netwerk (1).

Twisted-pair kabels worden zowel in afgeschermde als niet-afgeschermde uitvoeringen verkocht. Het afgeschermde type is duurder en minder storingsgevoelig voor electrische interferentie dan de niet-afgeschermde kabel. Toch wint de niet-afgeschermde kabel (in principe doodgewone telefoonkabel) juist snel aan populariteit. Menig LAN maakt gebruik van niet-afgeschermde telefoonkabels. Het medium kan informatie transporteren met snelheden tot ongeveer 10 Mbit/s over afstanden tot enkele honderden meter zonder versterking (zogenaamde repeaters).

Het openbare telefoon netwerk maakt gebruik van zogenoemde "Unshielded Twisted Pair" (UTP) kabel.

De coaxkabel is vooral bekend als het witte snoer van het kabel-TV net. De kabel bestaat uit drie verschillende lagen, te weten: de centrale koperkern, dit is de primaire signaalgeleider; de kernisolatie en een afschermende mantel van aluminium of koper, voor zowel afscherming tegen storingen als tweede geleider. Het geheel wordt omhuld door een kunststof mantel. De grote voordelen van de coaxkabel zijn:

- de goede isolatie tegen storingsbronnen;
- de hoge datasnelheden die mogelijk zijn;
- de grote transportafstand.

Er kunnen twee soorten coaxkabel worden onderscheiden:

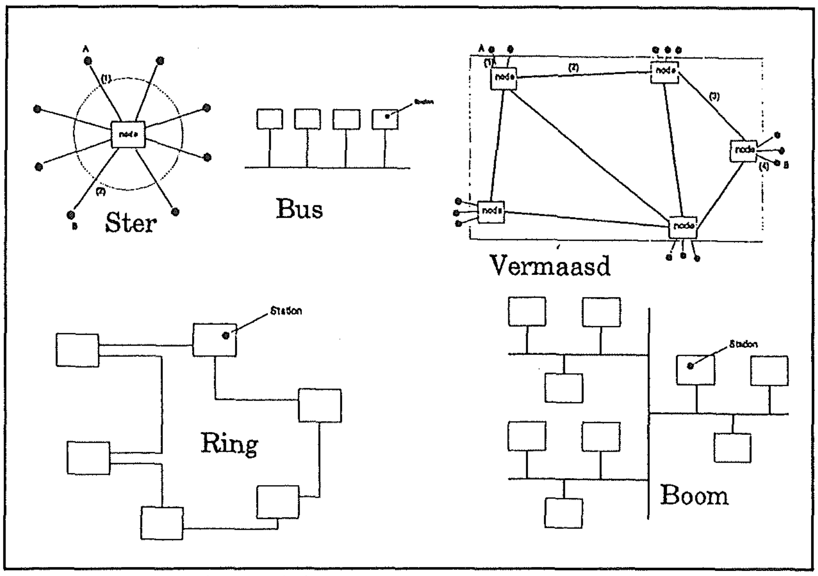
- Basisband kabels
  Een basisband kabel kan maar één signaal tegelijkertijd voeren. De informatie kan daarbij met snelheden van 1 Mbit/s tot 10 Mbit/s over een basisband coaxiaalkabel worden getransporteerd. Met deze hoge snelheden kunnen eventueel een aantal signalen over de basisband kabel worden gemultiplexed (Time Division Multiplexing). De signalen over een basisband-LAN zijn altijd digitaal en worden door het zendende sta-

(wordt vervolgd)

tion in beide richtingen over de kabel gestuurd. Basisband kabel is duurder dan breedband kabel en bij transport over grotere afstanden (meer dan 1.000 m) zijn bij basisband dure digitale repeaters nodig.

- Breedband kabels
  Een breedband coaxiaalkabel kan meer signalen tegelijkertijd voeren, waarbij elk signaal een andere frequentiegebied van de kabel bezet. Signalen op een breedband kabel zijn altijd analoog, waarbij gebruik wordt gemaakt van modulatie van signalen op de verschillende draaggolven. Breedband signalen zijn unidirectioneel (één-richting). Dit komt door de aard van de elementen die nodig zijn voor het voeren van de RF (Radio Frequentie) signalen door het netwerk. Breedband kabel kan zich over vele kilometers uitstrekken, waarbij alleen goedkope versterkers nodig zijn.

Moderne netwerken werken met glasvezel kabels. Het principe van de glasvezelkabel is relatief simpel. Lichtgeleidende flinterdunne glasvezels transporteren met lichtsnelheid optisch gecodeerde signalen zonder interferentie over grote afstanden. De datacapaciteit is ongekend groot. Ook de glasvezeldraad bestaat uit drie componenten: de glasvezelkern, de eigenlijke signaaldrager; een binnenisolatie, vaak uitgerust met signaalversterkende eigenschappen en een buitenisolatie mantel. In de meeste gevallen worden meerdere vezeladers tot één kabel gebundeld. Voor het transport van digitaal gecodeerde lichtsignalen door een glasvezel zijn een optische zender aan de ene kant (bestaande uit een halfgeleider-laser of LED's) en aan de andere kant een optische ontvanger (bestaande uit bijvoorbeeld een CCD-chip) nodig.



Figuur 10-691: Netwerk (2).

Ieder netwerk wordt verder gekenmerkt door de toegepaste ***transmissie-techniek***. Hier zijn in basis twee technieken te onderscheiden:

- Basisband-(baseband) transmissietechniek:
  Bij basisband- (baseband-) of éénkanaals LAN voert het medium altijd maar één signaal en zijn de signalen altijd digitaal, dit in tegenstelling tot breedband transmissie waarbij de signalen analoog zijn. Met basisband-LAN's kan alleen dataverkeer (met name tekst) worden afgehandeld.
- Breedband-(broadband) transmissietechniek:
  Bij een breedband- (broadband-) of meerkanaals LAN kunnen meerdere kanalen worden gebruikt. Verder is dit netwerk geschikt voor verschillende toepassingen (beeld, TV, geluid, spraak en tekst). Voorbeeld van een toegepaste bandbreedte is 280 MHz. Deze bandbreedte kan worden opgedeeld in een groot aantal kanalen (voor TV bijvoorbeeld kanalen van 6 MHz). De informatie wordt bij breedband transmissie op "radiofrequentie" (RF) draaggolven gemoduleerd. Het eerste breedbandsysteem werd ontwikkeld door MITRE Corporation als de MITRE Bus.

De ***topologie*** van een netwerk geeft de fysische en logische plaatsing van de stations ten opzichte van elkaar aan en de afhandeling van het berichtenverkeer tussen die stations, zie figuur 10-691.

Bij een ringstructuur gaat het medium door alle stations heen in plaats van er langs, zoals bijvoorbeeld bij de busstructuur het geval is. Bij de ring-topologie zijn de stations zodanig langs het medium geplaatst dat een bericht door alle stations gaat voordat dit terugkeert naar het oorspronkelijke zendende station. De stations vormen hierbij een gesloten cirkel waarbij de stations alle

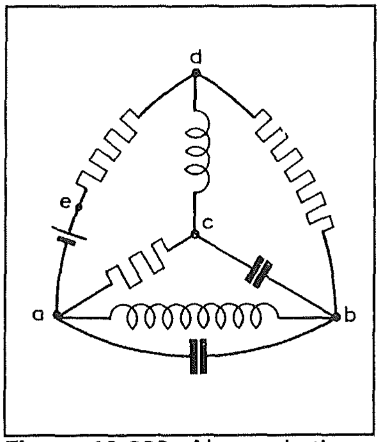
berichten die worden ontvangen met enige vertraging (ongeveer 2 bit) doorzenden naar het volgende station. Het station waarvoor het bericht bestemd is, zal het bericht daarbij ook nog in zijn werkgeheugen kopiëren. Zodra het bericht weer is aangekomen bij het station dat het bericht heeft verstuurd, zal dit station het bericht weer van het medium verwijderen. Zou dit niet gebeuren dan zou het bericht eindeloos de ring rond worden gestuurd.
Bij een busstructuur zijn alle stations aangesloten op het medium. Dit medium is een lijn met minimaal twee eindpunten. Alle stations luisteren voortdurend naar het medium en kopiëren de informatie van het medium wanneer de informatie voor het betreffende station bestemd is. De informatie hoeft niet door het zendende (bron)station van het medium te worden gehaald zoals bij LAN's met een ringstructuur, dit omdat de lijn eindig is.
Een boom is een bus waarbij de kabel aan één of beide einden is afgetakt. Ook hierbij bestaat tussen elke twee stations altijd maar één transmissiepad. De bus- en/of boomstructuren worden toegepast in breedband-LAN's en ook bij vele basisband-LAN's.
De sterstructuur wordt tegenwoordig ook steeds meer in LAN's toegepast. De bekabeling is dan van het type twisted pair (UTP) en de netwerkstructuur vertoont sterke gelijkenis met het publieke telefoon netwerk. Om dit sternetwerk fysiek te kunnen opbouwen wordt er gebruik gemaakt van zogenaamde hub's (ETHERNET, Arcnet) of Multiple Access Units (MAU's in een TokenRing netwerk). De hub's of MAU's vormen in principe de verdeelkasten van het LAN. Intern zal een MAU of hub veelal de structuur van een ring of bus aannemen. Naast eenvoudige sternetwerken op basis van een hub kunnen ook de verschillende hub's in een sternetwerk aan elkaar worden gekoppeld. Bij toepassing van MAU's in een TokenRing netwerk kunnen de verschillende MAU's in een ring aan elkaar worden gekoppeld.
Volgende belangrijke eigenschap van ieder netwerk is het ***netwerk protocol***. Wanneer één transmissiemedium door vele stations wordt opgedeeld, moet er immers een manier zijn waarop de transmissiecapaciteit aan de stations wordt toegekend. Deze manier is gevonden in de toegangsmethoden. Toegangsmethoden zijn protocollen die dienen om stations toegang te verschaffen tot het medium zodat berichten kunnen worden verzonden naar andere op het medium aangesloten stations.
De vier belangrijkste toegangsprotocollen zijn:
- Carrier Sense;
- Multiple Access/Collision Detection (CSMA/CD);
- Token passing-ring;
- Token passing-bus.

Er wordt bij netwerken onderscheid gemaakt tussen contentie- en non-contentie netwerken.
Bij contentie-netwerken kunnen meerdere stations tegelijkertijd proberen gebruik te maken van het medium met als gevolg dat er berichten op het medium met elkaar in botsing (collision) kunnen komen. Om deze problemen te kunnen voorkomen, is een aantal technieken ontwikkeld:
- Listen before talking (Carrier Sense)
  Het naar het medium luisteren of er geen ander station bezig is alvorens het station begint met verzenden van zijn bericht.
- Listen while talking (collision detection)
  Luisteren of er op hetzelfde moment niet twee stations tegelijkertijd toegang proberen te verkrijgen tot het medium. De kombinatie van deze technieken wordt CSMA/CD (Carrier Sense, Multiple Access/Collision Detection) genoemd. Dit protocol wordt alleen gebruikt in LAN's met een bus- of boomstructuur. Voorbeelden hiervan zijn ETHERNET en Wangnet. CSMA/CD is een toepassingsmethode waarbij stations elkaar het recht betwisten om te kunnen zenden.

Bij non-contentie netwerken wordt gebruik gemaakt van een pollingstechniek. Hierbij mag een station alleen dan zenden als het daarom heeft gevraagd of als het daarvoor toestemming heeft gekregen. De methode die hiervoor wordt toegepast, is "token passing". Deze methode is zowel toepasbaar voor LAN's met een ringstructuur als LAN's met een busstructuur.
Token passing is een toegangsmethode waarbij het recht om te zenden tussen twee stations is geregeld door elkaar de "beurt" door te geven. De uitvoering van de toegangsprotocollon is een taak van de datalink layer (laag 2) van het OSI-model.

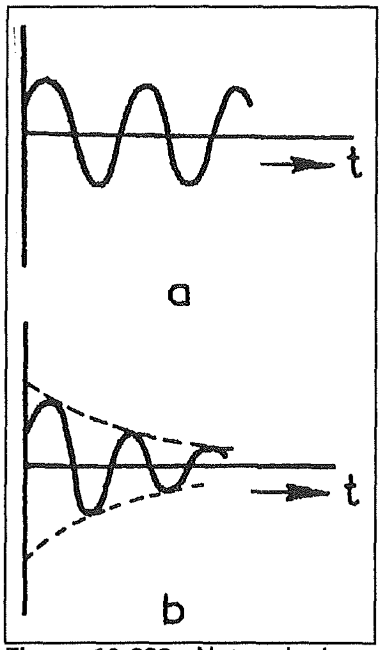
Netwerk theorie Volgens de theorie is een elektrisch netwerk is een samenstel van weerstanden, condensatoren en spoelen, netwerkelementen genoemd, terwijl bovendien minstens één elektrische energiebron aanwezig moet zijn

om stromen en spanningen in het netwerk te doen ontstaan. Netwerken worden vaak toegepast in het bijzonder in de elektronica en in de telecommunicatietechniek. Een netwerk bestaat uit takken, welke in knooppunten met elkaar zijn verbonden. Gesloten stroombanen in het netwerk worden met de naam mazen aangeduid. Een tak kan een weerstand, condensator, spoel of energiebron bevatten. Een voorbeeld van een netwerk is gegeven in figuur 10-692, welke 8 takken en 5 knooppunten bevat. Mazen zijn bijvoorbeeld a-c-d-e-a en c-b-d-c. Om de stromen (i) en spanningen (v) in een netwerk te berekenen, maakt men gebruik van de wetten van Kirchhoff, die uitdrukken dat op elk moment de som van de stromen naar ieder knooppunt nul is en de som van de spanningen op de takken van iedere maas eveneens nul is. Voorts wordt door elk netwerk-element een verband gelegd tussen de stroom en de spanning. Voor een weerstand is de spanning evenredig met de stroom, voor een condensator is de stroom evenredig met de snelheid waarmee de spanning verandert, voor een spoel is de spanning evenredig met de snelheid waarmee de stroom verandert. Bestaat het netwerk alleen uit weerstanden komt men op deze wijze tot gewone vergelijkingen van de eerstegraad, ook wel gewone lineaire vergelijkingen genoemd. Hierop berust het beginsel van superpositie, hetwelk als volgt luidt: de stromen en spanningen die ontstaan onder invloed van twee elektromotorische krachten zijn de som van de stromen en spanningen die ontstaan onder invloed van elk der emk's afzonderlijk. Bevat het netwerk ook condensatoren en spoelen, dan komt men tot lineaire differentiaalvergelijkingen. Ook hiervoor geldt het beginsel van superpositie.



Figuur 10-692: Netwerk theorie (1).

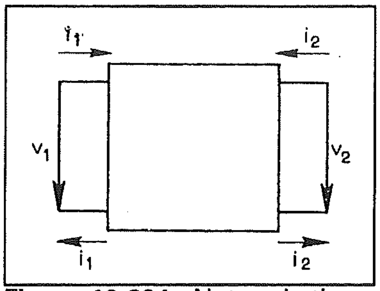
Worden de spanningsbronnen uit een netwerk verwijderd en het netwerk daarna aan zichzelf overgelaten, dan zal het vrije trillingen uitvoeren. Bevat het netwerk geen weerstanden, dan zijn de vrije trillingen ongedempt, ze bestaan dan uit de superpositie van een aantal sinusvormige trillingen waarvan de frequenties bepaald worden door de samenstelling van het netwerk, zie figuur 10-693a. Bevat het netwerk wel weerstanden, dan worden de vrije trillingen gedempt, zie figuur 10-693b. Wordt een netwerk op een gelijkstroom- of wisselstroombron aangesloten, dan ontstaan eerst inschakelverschijnselen.
Wordt een sinusvormige wisselstroombron aangesloten, dan zullen na afloop van de inschakelverschijnselen alle stromen en spanningen sinusvormig verlopen met de frequentie van de bron, de gedwongen trillingen.



Figuur 10-693: Netwerk theorie (2).

Bij toepassingen vormen de netwerken doorgaans een deel van een groter systeem en wordt van buiten elektrische energie aan het netwerk toegevoerd en er weer door afgegeven. Daartoe zijn de netwerken dan voorzien van klemmenparen. Een klemmenpaar bestaat uit twee klemmen waartussen een bepaalde spanning kan staan en waardoor een bepaalde stroom kan vloeien. Systemen met één klemmenpaar, tweepolen genoemd, worden gekenmerkt door hun impedantie, welke het verband geeft tussen de wisselspanning en de wisselstroom aan de klemmen bij gedwongen trillingen. Deze impedantie zal in het algemeen afhankelijk zijn van de beschouwde frequentie en het is deze frequentie-afhankelijkheid welke in het bijzonder de eigenschappen van de tweepool bepaalt.
Van praktisch belang zijn echter de systemen met twee

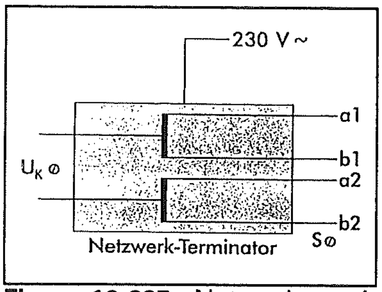
klemmenparen, de vierpolen, zie figuur 10-694. Hierbij kan men meestal een ingangsklemmenpaar definiëren waardoor energie aan de vierpool wordt toegevoerd en een uitgangsklemmenpaar, waardoor energie wordt afgevoerd. De vierpool wordt gekenmerkt door twee vergelijkingen welke de verbanden tussen de twee klemmenstromen en de twee klemmenspanningen vastleggen. Door de frequentie-afhankelijkheden op geschikte wijze te kiezen, kan men bijvoorbeeld bereiken dat voor bepaalde frequentiegebieden de vierpool beter energie overdraagt dan voor andere frequentiegebieden.



Figuur 10-694: Netwerk theorie (3).

Network File System NFS, een door Sun Microsystems ontwikkeld protocol, waarmee een computer bestanden via een netwerk net zo gemakkelijk kan benaderen alsof zij op de eigen harde schijf staan. NFS wordt door meer dan 200 producenten van hard- en software ondersteunt en is een defacto standaard geworden.

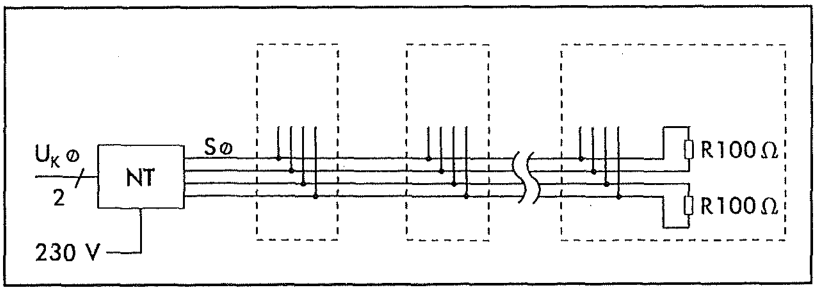
Network terminator Bij een ISDN-2 telefoonaansluiting wordt de ISDN-apparatuur op een zogenoemde S-bus aangesloten via een "network terminator" NT. Deze bus is een vierdraads kabel, waarop maximaal acht apparaten (terminals genoemd) op aangesloten kunnen worden. De twee communicatie-kanalen die ISDN-2 biedt kunnen, dank zij de S-bus en de terminator, onafhankelijk van elkaar en gelijktijdig gebruikt worden. Het ene kanaal kan bijvoorbeeld gebruikt worden door een fax, het tweede door een telefoon. De apparatuur die is aangesloten op de S-bus kan echter niet onderling communiceren. Bij de aanleg van een ISDN-2 aansluiting wordt door PTT Telecom een kastje geïnstalleerd, de reeds genoemde network terminator. Vanuit deze ISDN-aansluiting dient in huis een kabel te lopen waar telefoon, PC of fax op aangesloten kan worden, de ook reeds genoemde S-bus. In de meeste gevallen kan men daar de bestaande binnenbekabeling voor gebruiken, mits deze vier-aderig werd uitgevoerd. Als de PTT die zélf heeft aangelegd zal dat ongetwijfeld het geval zijn. Als men zelf twee-aderige verbindingen heeft aangelegd naar een tweede of derde telefoon en naar het PC-modem, moet deze bedrading vervangen worden door een vieraderige. Aangezien ISDN-toestellen met een zogenoemde RJ-45 connector werken zal men wél alle wandcontactdozen moeten vervangen. Deze connector bevat acht contacten, waarvan er echter maar vier daadwerkelijk worden gebruikt. De S-bus gebruikt twee draden voor het verzenden van gegevens en twee draden voor het ontvangen van gegevens.
Deze aderparen zijn symmetrisch ten opzichte van het aard-potentiaal opgebouwd, het is dus absoluut niet mogelijk uit bezuinigingsgronden de aarde als gemeenschappelijke retourleiding te gebruiken. De netwerk terminator kan blokschematisch voorgesteld worden door het schema van figuur 10-695.



Figuur 10-695: Network terminator (1).

De inkomende leiding U_k wordt gesplitst in twee paren a en b. Het paar a is verantwoordelijk voor het transport van de gegevens van de netwerk terminator naar de aangesloten apparatuur, het b-paar verzorgt het data-transport in de andere richting.
Men kan zich de vraag stellen of oude apparatuur, bijvoorbeeld een fax, kan samenwerken met een network terminator. Oude analoge apparatuur kan inderdaad op een ISDN-2 aansluiting aangesloten worden. Daarvoor is echter een speciaal apparaatje nodig, de zogenoemde "terminal adapter". Dit zorgt ervoor dat de analoge signalen, die de analoge apparatuur verzendt, worden omgezet in de digitale codes die ISDN nodig heeft. Natuurlijk kan men met een oude fax geen gebruik maken van de voordelen die een ISDN-fax biedt. Een A/B-adapter is een klein apparaatje dat het mogelijk maakt om gewone analoge apparatuur te kunnen aansluiten op een NT. Denk hierbij niet alleen aan een gewone telefoon: ook een fax, antwoordapparaat, draadloos toestel of een centrale kunnen worden aangesloten door middel van de A/B-adapter.

Aan de maximale lengte van het interne netwerk vanaf de NT worden grenzen gesteld. Na de network terminator NT kan men maximaal 200 m S-bus bedrading aanleggen. Tussen de RJ-45 connector en een terminal adapter TA mag maximaal 10 m kabel aanwezig zijn. De S-bus moet worden afgesloten met een zogenoemde "bus termination", die zorgt voor de exacte afsluitimpedantie, zodat er geen signaal-echo's in de bedrading ontstaan. Deze bus termination bestaat uit twee weerstanden van 100 Ω, die volgens het schema van figuur 10-696 op de a- en b-paren aangesloten moeten worden.



Figuur 10-696: Network terminator (2).

Neurale netwerken Netwerken, waarvan de samenstelling is afgeleid van de manier waarop de menselijke hersenen (schijnen) te werken. Een neuraal netwerk is samengesteld uit een groot aantal eenvoudige "processoren", neuronen genoemd, die ieder over een klein geheugen beschikken. De neuronen zijn onderling verbonden door unidirectionele communicatiekanalen, connections genoemd, waarover numerieke gegevens worden getransporteerd. Deze communicatiekanalen worden toegewezen door de software. De meeste neurale netwerken beschikken over een soort van "training" waardoor de interconnecties tussen de neuronen worden aangebracht aan de hand van in een geheugen opgeslagen patronen. Ieder patroon is optimaal geschikt voor het oplossen van een bepaald probleem. De "processoren" bestaan in de meeste gevallen uit zeer elementaire venster-discriminatoren, die de gegevens die door de connections worden aangevoerd met elkaar kunnen vergelijken.

Neutralisatie Een systeem waardoor ongewenste terugkoppeling in een systeem wordt geneutraliseerd. De ongewenste terugkoppeling kan bijvoorbeeld ontstaan door paracitaire capaciteiten tussen de in- en de uitgang van een systeem. Er bestaan verschillende soorten van neutralisatie:
- cross neutralisatie: wordt toegepast bij balansversterkers door een deel van het uitgangssignaal van de ene trap terug te voeren naar de ingang van de andere trap en vice versa.
- Hazeltine neutralisatie: wordt nog steeds toegepast in audio buizenversterkers door in de anode-kring te neutraliseren.
- Rice neutralisatie: een methode die bij buizenversterkers wordt toegepast en waarbij het neutralisatie-netwerk aanwezig is in de roosterkring.

Neutrodyne Een versterker waarbij wordt geneutraliseerd (zie aldaar) door een spanning via een condensator terug te koppelen.

Newsgroup Een onderdeel van het Usenet, waarin mensen met gelijkaardige interesses met elkaar on-line van gedachten kunnen wisselen. Bij een "unmoderated" newsgroup kan iedereen een bericht mailen, bij een "moderated" newsgroup komen alle ontvangen berichten eerst bij een soort van eindredacteur terecht, die de berichten kan filteren alvorens zij in de group gepubliceerd worden.

Newton De eenheid van kracht, afgekort tot N. Als men op een voorwerp met een massa van 1 kg een kracht van 1 N uitoefent, dan zal dit voorwerp een versnelling van 1 m/s^2 verkrijgen.

NFET Letterwoord van "N-channel junction Field Effect Transistor", zie aldaar.

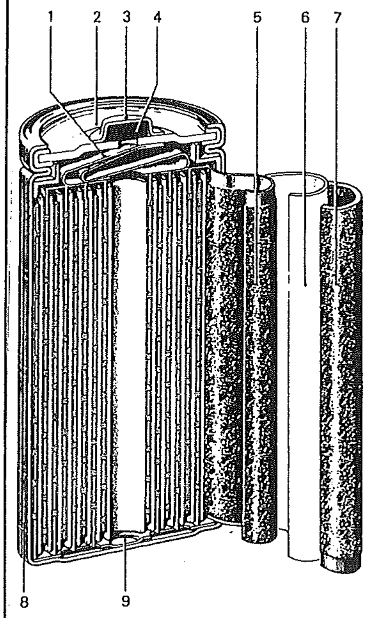
NFS Letterwoord voor "Network File System", zie aldaar.

Nibble Een groep van vier bits, die bijgevolg voorgesteld kan worden door één hexacedimaal symbool, zoals "nibble 5" of "nibble B". Een nibble is dus de helft van een byte

Nibble Mode DRAM Een dynamisch random access geheugen, waarbij vier opeenvolgende bits op één enkele data-lijn kunnen worden in of uitgelezen door het pulsen van de CAS-lijn als RAS actief is. Het is daarbij niet noodzakelijk voor iedere lees- of schrijf-instructie het geheugen te adresseren. Dat hoeft alleen bij het eerste bit van het nibble te gebeuren.

NiCad Afkorting van "NikkelCadmium" accu. Een accu die een revolutie in de voeding van draagbare apparatuur heeft teweeg gebracht. Vóór de ontwikkeling van de handige NiCad's kon draagbare appara-

tuur alleen gevoed worden uit eenmalig te gebruiken cellen op basis van het oeroude Leclanché-principe of uit weliswaar herlaadbare, maar loodzware en grote lood accu's. NiCad's bezitten een anode van nikkel en een kathode van cadmium en leveren per cel een spanning van ongeveer 1,2 V. Deze accu's kunnen meer dan 1000 keer ontladen en weer geladen worden en hebben dezelfde afmetingen als de standaard niet herlaadbare cellen. Weliswaar heeft een NiCad een veel kleinere capaciteit dan een cel uit een lood accu, maar voor de moderne zuinige draagbare apparatuur is dat geen probleem. Een groot nadeel van NiCad's is de aanwezigheid in de accu van het zware metaal cadmium dat zeer schadelijk is voor het milieu. Vandaar dat het gebruik van NiCad's nogal onder druk staat en deze accu-cellen langzaam maar zeker vervangen worden door milieuvriendelijkere cellen, zoals nikkel-metaalhydride en lithium-metaal cellen.
Er bestaan diverse soorten NiCad cellen, waarvan de bekendste nu besproken worden.
De samenstelling van de gesinterde cylindrische NiCad cel is getekend in figuur 10-697. De elektroden (5 en 7) zijn gevormd door stalen stroken die, evenals de beker (8), van een dikke laag nikkel worden voorzien. Tijdens de fabricage worden de stroken aan beide kanten van een nikkelhoudende emulsie voorzien. Om het effectieve oppervlak zo groot mogelijk te maken, wordt dat gesinterd.
Na het sinteren is het oppervlak voor 80 % tot 100 % poreus en kan dus veel actiever materiaal opnemen. Op de positieve elektrode (anode) wordt nikkelhydroxyde aangebracht, op de negatieve elektrode (kathode) cadmiumhydroxyde.



1. Positieve contactstrip.
2. Afsluitdop.
3. Positieve aansluiting (+).
4. Veiligheidsventiel.
5. Positieve elektrode.
6. Separator.
7. Negatieve elektrode.
8. Vernikkelde stalen beker.
9. Negatieve aansluiting (−).

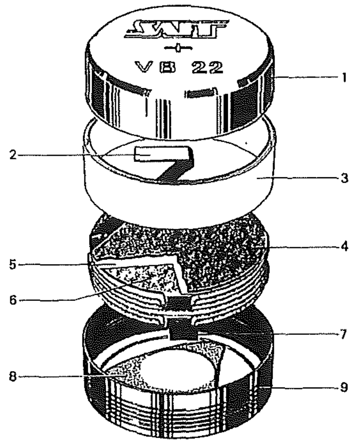
Figuur 10-697: NiCad (1).

De separator (6) bestaat uit een poreuze kunststof die met potasium-hydroxyde (het elektrolyt) wordt doordrenkt. Kenmerkend voor een NiCad-cel is, dat zowel tijdens het laden als ontladen de samenstelling van het elektrolyt niet veranderd. Het zal duidelijk zijn, dat een dergelijke "droge" accu weinig elektrolyt bevat. Daarom zijn NiCad-sintercellen zelf recombinerend. Dat wil zeggen dat de waterstof- en zuurstof-atomen die ontstaan bij het laden en ontladen in de cel zélf weer water vormen, zodat het aanwezige elektrolyt niet uitdroogt. Om dat te bereiken is de capaciteit van de negatieve elektrode groter dan die van de positieve. Als de cel volledig is geladen, is de positieve elektrode "vol", maar de negatieve niet; deze geraakt nooit "vol". Op die manier kunnen de bij de positieve elektrode vrijkomende zuurstofatomen bij de negatieve elektrode weer tot water recombineren.
Bij het laden van dergelijke sintercellen moet aan een aantal voorwaarden voldaan worden:
- de laadstroom mag de door de fabrikant opgegeven waarde niet overschrijden;
- de omgevingstemperatuur mag niet te laag zijn;
- de cel moet in een goede conditie zijn.

Als de cel volledig is geladen ontstaat er, ondanks de zelfrecombinerende eigenschappen, een behoorlijke inwendige gasdruk. Vandaar dat cilindrische NiCad-cellen altijd van een veiligheidsventiel voorzien.
Een tweede bekende NiCad is de zogenoemde "knoopcel". In figuur 10-698 is weergegeven hoe een dergelijke cel is samengesteld. De elektroden bestaan uit schijfjes waar tussen de separator-schijfjes worden gelegd. Ook bij dit type cel zijn de elektroden gesinterd. Bovendien zijn ze niet van een veiligheidsventiel voorzien.
Nadelen ten opzichte van cilindrische cellen zijn:
- zij kunnen geen hoge stromen leveren;
- zij zijn niet snel laadbaar;
- de door de fabrikant aangegeven laadstroom/laadtijd-verhouding mag niet worden overschreden.

Zoals reeds geschreven, levert een NiCad-cel een belaste spanning af van ongeveer 1,2 V. Figuur 10-699 geeft de karakteristiek van een Sanyo

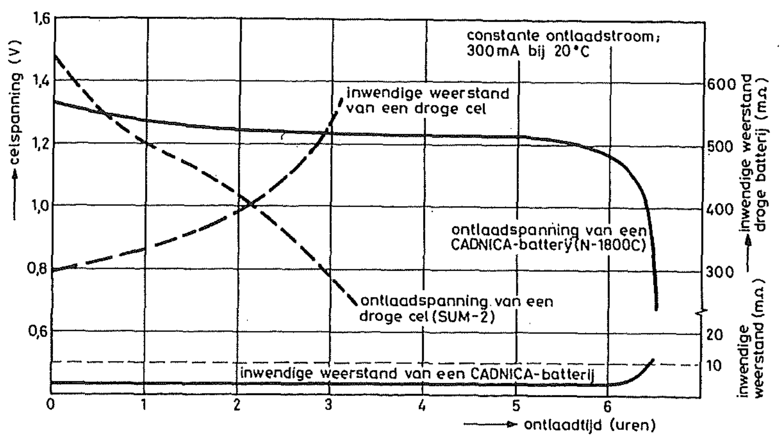
NiCad-cel (1800 mAh), die met een constante stroom van 300 mA wordt ontladen.



1. Positieve kap (+).
2. Positieve contactstrip (aan de kap gepuntlast).
3. Isolatieringen.
4. Positieve schijf.
5. Separator.
6. Negatieve schijf.
7. Negatieve contactstrip.
8. Verend contact.
9. Negatieve kap (−).

Figuur 10-698: NiCad (2).

Kenmerkend zijn de zeer lage inwendige weerstand en het vlakke spanningsverloop gedurende vrijwel de gehele ontlading. Duidelijk blijkt dat de gemiddelde spanning 1,25 V bedraagt en pas na 1,2 V vrij snel daalt. De inwendige weerstand neemt sterk toe. Die inwendige weerstand is normaal zo laag, dat vaak een gestabiliseerde voeding door NiCad-cellen kan worden vervangen. Als een NiCad-cel van de lader komt is de open spanning ongeveer 1,4 V. Na rust is die spanning gedaald tot de open klem spanning van ongeveer 1,35 V. Als de cel "leeg" is en de belasting wordt losgekoppeld, stijgt de open klem spanning weer tot ongeveer 1,18 V. De gestippeld getekende karakteristieken gelden voor een droge batterij van 1,5 V met dezelfde afmetingen als die van de NiCad-cel.

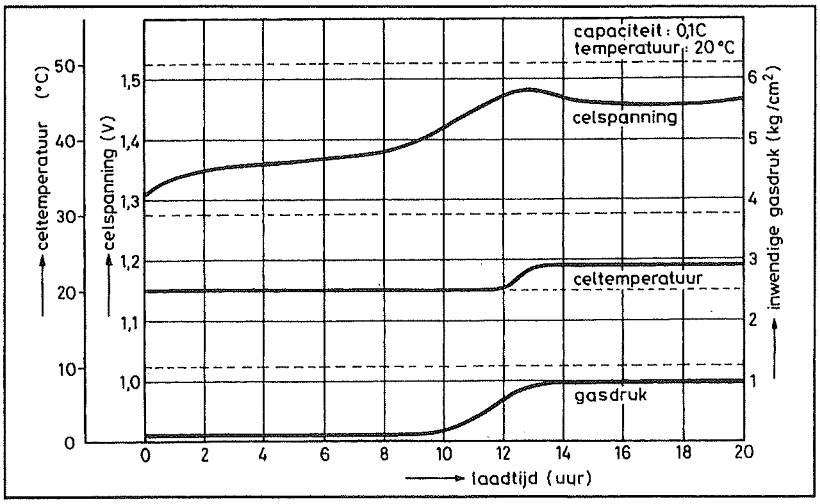


Figuur 10-699: NiCad (3).

Kenmerkend voor NiCad's is de grote mate waarin de eigenschappen van de accu van de omgevingstemperatuur afhangen. Bij volledig geladen cellen staat de beschikbare capaciteit volledig ter beschikking tussen temperaturen van 0 °C en 40 °C. De inwendige weerstand is minimaal tussen 20 °C en 40 °C en neemt zowel bij hogere als lagere temperaturen toe. De levensduur van de cel is bij een normale temperatuur gunstiger dan bij een hogere.
Bij een temperatuur van ongeveer 25 °C is de celspanning optimaal. Beneden en boven deze temperatuur is de celspanning iets lager.
Bij kamertemperatuur bedraagt de zelfontlading van een NiCad-sintercel ca. 1 % per dag. Anders gezegd, een volledig geladen NiCad-cel is na ongeveer 100 dagen volledig ontladen. Bij een hogere omgevingstemperatuur neemt de zelfontlading sterk toe. Bij een lagere omgevingstemperatuur neemt de zelfontlading af.

Als een NiCad-accu verder wordt ontladen dan 1 V/cel, spreekt men van "diepontlading". In principe is dit geen bezwaar, maar er ontstaan problemen als meer dan een cel in serie wordt opgenomen. Als bijvoorbeeld tien NiCad-cellen in serie zijn geschakeld, waarbij negen cellen een capaciteit hebben van 1250 mAh en het tiende exemplaar slechts 1190 mAh, dan komt er een moment dat de cel met de kleinste capaciteit reeds is ontladen, maar de overige negen nog niet. Als men nu de accu volledig ontlaadt zal de spanning van de desbetreffende cel eerst 0 V worden, waarna hij door de overige cellen met tegengestelde polariteit geladen wordt. Dat verschijnsel wordt "ompolen" genoemd. Eerst wordt de positieve elektrode omgepoold (heeft de kleinste capaciteit) en vervolgens de negatieve elektrode (grootste capaciteit). In veel gevallen kan men bij langdurig omgepoolde cellen opnieuw een spanning van 1,2 V meten, maar de plus en min zijn dan verwisseld! Dat ompolen heeft een nadelige invloed op de levensduur van de

desbetreffende cel of cellen en moet zo mogelijk worden voorkomen.
NiCads hebben een merkwaardige eigenschap, die het "geheugen-effect" wordt genoemd. Als NiCad-cellen regelmatig tot een bepaalde restcapaciteit worden ontladen en daarna opnieuw worden geladen, kan het NiCad-fenomeen "geheugeneffect" optreden. Het is herkenbaar aan een lager spanningsniveau vanaf een bepaald punt in de karakteristiek. Remedie hiertegen is steeds volledig ontladen en nadien volledig laden.
Nieuwe NiCad-cellen verkrijgen hun optimale prestaties en capaciteit reeds na drie tot vijf keer volledig laden en ontladen. Over het algemeen is bij nieuwe NiCad-cellen de gemeten capaciteit 10 % of meer hoger dan door de fabrikant wordt opgegeven.
NiCad-accu's mogen uitsluitend met een constante stroom worden geladen, dus door middel van een eenvoudige stroombron. De laadkarakteristiek van een typische NiCad cel is getekend in figuur 10-700. De open spanning van een dergelijke stroombron moet zo hoog zijn dat de laadstroom ook constant blijft tijdens het passeren van de zogenoemde "spanningsbult". Bij de NiCad-cel is het zogenoemde laadrendement ongeveer 70 %. Dat betekent dat met een voorgeschreven laadstroom van 1/10 van de capaciteit bij geheel ontladen cellen de laadtijd minimaal 14 uur moet bedragen. Aan de hand van figuur 10-700 kan men zien wat er allemaal gebeurt als een geheel ontladen NiCad-cel wordt geladen met een normale laadstroom die gelijk is aan 1/10 van de capaciteit. Vrijwel direct na het inschakelen van de laadstroom gaat de celspanning naar ruim 1,3 V en is na ongeveer 9 uur opgelopen tot 1,4 V. Tot dat punt blijft de celtemperatuur gelijk aan die van de omgeving. De inwendige gasdruk blijft minimaal. Na 10 uur laden begint de cel (positieve elektrode!) al enigszins vol te raken. De positieve elektrode begint dan met het produceren van zuurstof. Het gevolg is dat de inwendige weerstand hoger wordt en daardoor de celspanning iets toeneemt. Op dat moment is het inwendige van de cel nog "koud", maar door de gasproductie komt er warmte vrij, het inwendige van de cel wordt warm en de inwendige weerstand neemt weer iets af. Door dat afnemen van de inwendige weerstand wordt de celspanning weer iets lager, de "spanningsbult" is dan voorbij. Na ongeveer 14 uur is de accu volledig geladen. De celspanning blijft vrijwel constant, de celtemperatuur en gasdruk blijven op hetzelfde niveau. Op dat moment is het laadproces voltooid. De recombinatie van waterstof en zuurstof en de gasdruk en temperatuur houden elkaar in evenwicht. Bij overladen (na 14 uur) heeft de laadstroom als het ware geen functie meer en wordt in warmte omgezet. Als de cel warm aanvoelt, is zij volledig geladen. Doorladen mag, maar heeft geen zin!



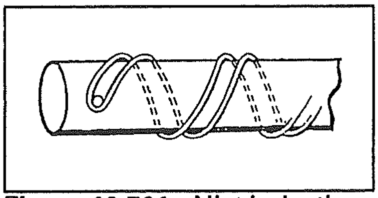
Figuur 10-700: NiCad (4).

Nichroom Een legering van 62 % nikkel, 15 % chroom en 23 % ijzer, die gebruikt wordt voor het maken van weerstandsdraad. De draad is zeer temperatuurbestendig en vandaar dat dit materiaal ook gebruikt wordt voor het wikkelen van verwarmingselementen. De specifieke weerstand van Nichroom bedraagt 108 μΩ/m bij 20 °C.

Nichroom Nikkel koppel Een thermokoppel bestaande uit nikkel-chroom aan de positieve pool en nikkel-aluminium aan de negatieve pool. Een dergelijk koppel is bruikbaar voor temperatuurmetingen tot ongeveer 1.200 °C. De thermospanning bedraagt 40 μV/°C en de karakteristiek verloopt over een breed temperatuurbereik lineair.

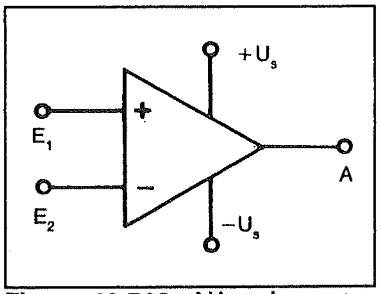
Niet inductieve weerstand Een weerstand die zo ontworpen is dat hij minimale inductieve eigenschappen heeft. Bij draadgewikkelde weerstanden

wordt gebruik gemaakt van een techniek die bifilair wikkelen heet, zie figuur 10-701. De weerstand wordt gewikkeld met een dubbelgevouwen draad, zodat even veel wikkelingen linksom als rechtsom op het weerstandslichaam liggen en de inductieve eigenschappen elkaar opheffen.



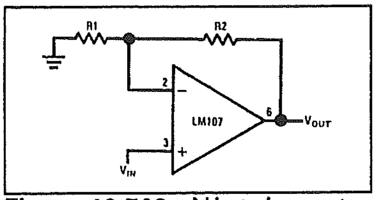
Figuur 10-701: Niet inductieve weerstand.

Niet inverterende ingang Een van de twee ingangen van een operationele versterker of een comparator. Als de spanning op deze ingang stijgt, dan zal ook de uitgangsspanning van de schakeling stijgen. Bij het symbool van een op-amp wordt de niet inverterende ingang voorgesteld met een "+"-tekentje, zie figuur 10-702.



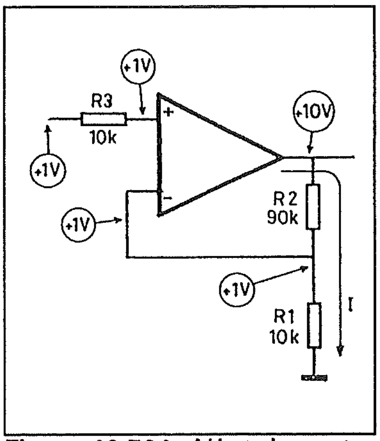
Figuur 10-702: Niet inverterende ingang.

Niet inverterende versterker Een versterker, waarbij er geen faseverschil optreedt tussen de in- en de uitgangsspanning. Oftewel, als de ingangsspanning stijgt, dan zal ook de uitgangsspanning stijgen. Niet inverterende versterkers worden tegenwoordig hoofdzakelijk met operationele versterkers uitgevoerd. Het principiële schema van de niet inverterende spanningsversterker met een operationele versterker is getekend in figuur 10-703.



Figuur 10-703: Niet inverterende versterker (1).

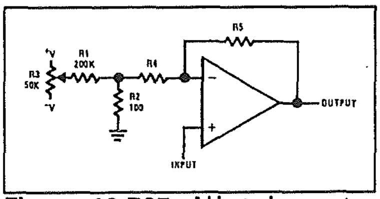
Het ingangssignaal wordt rechtstreeks aangeboden aan de niet inverterende ingang van de operationele versterker. De versterkingsfactor wordt ook nu weer bepaald door twee weerstanden in een terugkoppellus tussen de uitgang en de inverterende ingang.
De versterking van de schakeling wordt gegeven door de uitdrukking:
$U_{uit} = U_{in} \times (R1+R2/R1)$
Uit dit schema blijkt duidelijk dat de ingangsimpedantie van de schakeling zeer hoog kan zijn. Deze wordt in feite alleen begrensd door de ingangsimpedantie van de niet inverterende ingang van de operationele versterker en bij moderne JFET op-amp's kan deze waarde in de honderden MΩ liggen! Bovendien zal het duidelijk zijn dat de bronschakeling geen enkele invloed heeft op de versterkingsfactor van de schakeling. De spanningsdeler die deze factor bepaalt staat immers helemaal los van externe schakelingen en is eigen aan de trap.
De werking van de schakeling wordt toegelicht aan de hand van figuur 10-704. Daar is het principeschema iets anders getekend en wordt de niet inverterende ingang door middel van een serieweerstand met de signaalbron verbonden. Deze weerstand heeft niets te maken met de fundamentele werking van de schakeling en de waarde ervan is niet kritisch. Meestal kiest men de waarde zo dat deze gelijk is aan de parallel schakeling van R1 en R2.



Figuur 10-704: Niet inverterende versterker (2).

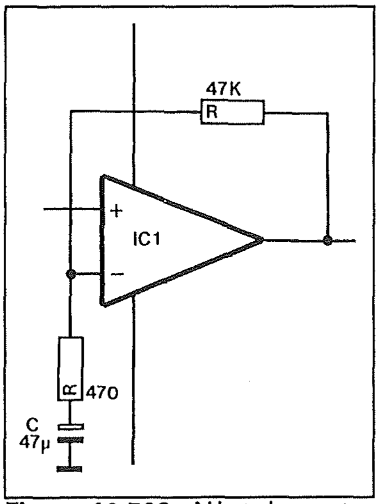
Stel dat aan de schakeling een spanning van +1 V wordt aangeboden. Vanwege de zeer hoge ingangsimpedantie van de niet inverterende ingang komt deze spanning onverzwakt terecht op deze ingang van de operationele versterker. Ook nu zal de op-amp behoefte voelen om het spanningsverschil tussen zijn beide ingangen nul te maken. De schakeling regelt zijn uitgangsspanning zodanig dat ook op de inverterende ingang een spanning van +1 V verschijnt. Uiteraard staat dit signaal ook op het knooppunt van de weerstanden R1 en R2. Over de weerstand R1 staat een spanning van 1 V. Er moet dus een stroom door dit onderdeel vloeien, stroom die alleen ge-

leverd kan worden door de uitgang van de operationele versterker. Omdat de twee weerstanden R1 en R2 in serie staan kan het niet anders dan dat deze stroom I ook door de weerstand R2 vloeit. In het getekende voorbeeld is deze weerstand echter negen keer groter dan zijn soortgenoot R1. Het gevolg is dat er over dit onderdeel een spanning valt die negen keer groter is dan de spanningsval over R1. Er valt bijgevolg 9 V over R2, de uitgang van de operationele versterker staat op een spanning van 9 V + 1 V is gelijk aan +10 V. De schakeling versterkt dus 10 keer, hetgeen ook het resultaat is van de eerder gegeven formule van de versterkingsfactor.
Het schema voor de externe offsetcompensatie van de niet inverterende versterker is getekend in figuur 10-705.



Figuur 10-705: Niet inverterende versterker (3).

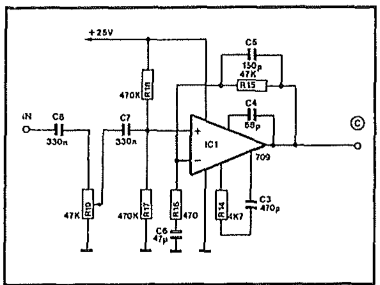
De compensatiepotentiometer wordt verbonden tussen beide voedingsspanningen en stuurt een kleine stroom via de weerstand R1 naar een deel van het terugkoppelnetwerk. De weerstand R1 uit de vorige figuur is nu gesplitst in twee in serie geschakelde weerstanden R2 en R4. Als R4 zeer groot is ten opzichte van R2 kan men de invloed van dit laatste onderdeel op de versterkingsfactor van de schakeling verwaarlozen. Met een niet inverterende versterker kan men in principe schakelingen maken, die vele duizenden malen versterken. Er ontstaat dan echter een probleem met de offsetspanning van de operationele versterker. De offsetspanning is op te vatten als een zeer kleine gelijkspanning van ongeveer 1 mV tot 5 mV die tussen de twee ingangen staat. De op-amp beschouwt deze spanning als een spanningsverschil tussen beide ingangen en zal proberen dit verschil weg te regelen. Dat kan alleen maar door een spanning van tegengestelde polariteit op de uitgang te zetten die via de terugkoppelweerstand tussen uitgang en inverterende ingang de offset compenseert. Maar als de schakeling duizenden maal versterkt en de weerstand R2 dus zeer groot ten opzichte van weerstand R1 is kan dat alleen maar als de uitgangsspanning tot in het V-bereik stijgt!



Figuur 10-706: Niet inverterende versterker (4).

Het gevolg is dat de rustspanning op de uitgang van de schakeling dan niet meer 0 V is, maar behoorlijk positief of negatief. De schakeling kan dan niet langer volledig uitgestuurd worden met een wisselspanningssignaal, maar zal zeer snel vastlopen tegen een van de voedingsspanningen. Om dit probleem te verhelpen kan men de schakeling van figuur 10-706 toepassen.
Bij deze schakeling wordt een condensator C in serie geschakeld met de onderste weerstand van het terugkoppelnetwerk. Deze condensator heeft tot gevolg dat de terugkoppeling voor gelijkspanningen niet actief is. Voor gelijkspanning lijkt het dus net of de schakeling is een spanningsvolger met een spanningsversterking van +1. De enige gelijkspanningsterugkoppeling bestaat nu immers uit de weerstand van 47 kΩ tussen de uitgang en de inverterende ingang. Een typische spanningsvolger! Om de gelijkspanningsoffset te compenseren volstaat het nu dat de schakeling dezelfde spanning als de waarde van de offset op de uitgang zet, maar uiteraard met tegengestelde polariteit. Deze spanning wordt onverzwakt teruggekoppeld naar de inverterende ingang en compenseert de offset. Voor signaalspanningen werkt de schakeling wél als versterker. De condensator heeft immers een bepaalde wisselspanningsweerstand en deze staat in serie met de weerstand van 470 Ω. Als men er voor zorgt dat deze wisselspanningsweerstand over het gehele te versterken frequentiegebied klein is ten opzichte van de waarde van de weerstand is zijn invloed te verwaarlozen. Dat betekent dat men in de meeste gevallen een tamelijk grote elektrolytische condensator zal moeten gebruiken.
Het is mogelijk de schakeling zo uit te breiden dat gebruik

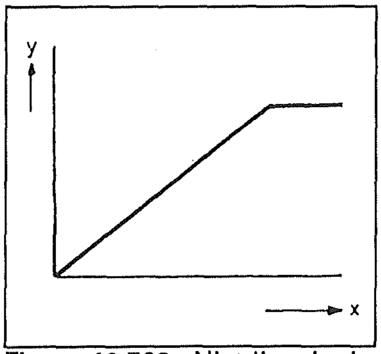
gemaakt kan worden van een enkelvoudige voedingsspanning. Omdat deze in de meeste gevallen positief zal zijn ten opzichte van de massa wordt er in het schema van figuur 10-707 ook van deze situatie uitgegaan.



Figuur 10-707: Niet inverterende versterker (5).

De operationele versterker wordt gevoed tussen de spanning van +25 V en de massa. Tussen de massa, de inverterende ingang en de uitgang is het terugkoppelnetwerk van de vorige figuur aangebracht. De niet inverterende ingang is verbonden met het knooppunt van een weerstandsdeler R17/R18. Deze is aangesloten tussen de voeding en de massa en daar beide weerstanden even groot zijn staat er op het knooppunt een spanning van precies de helft van de voedingsspanning. Deze spanning staat uiteraard ook op de niet inverterende ingang. De schakeling stelt de spanningen op de uitgang en de inverterende ingang zo in dat er weer een spanning van 0 V tussen beide ingangen ontstaat. Omdat de schakeling voor gelijkspanningen werkt als spanningsvolger (condensator in de terugkoppeling!) zal deze situatie ontstaan als ook de uitgang zich instelt op de helft van de voedingsspanning. De schakeling staat dus optimaal ingesteld en kan zowel in positieve als in negatieve zin maximaal uitgestuurd worden. Het te versterken signaal wordt via een potentiometer en een scheidingscondensator aangeboden aan de niet inverterende ingang. De condensator laat wel de wisselspanning van het te versterken signaal door, maar spert de instelspanning op de niet inverterende ingang.

Niet lineair circuit Om het begrip "niet lineair" te verklaren moet men eerst dieper ingaan op het begrip "lineair". De belangrijkste eigenschap van een lineair circuit kan het best worden toegelicht aan de hand van de transferkarakteristiek, de grafiek die het verband geeft tussen de ingangsgrootheid x en de uitgangsgrootheid y. In figuur 10-708 is deze karakteristiek getekend voor een lineaire versterker.

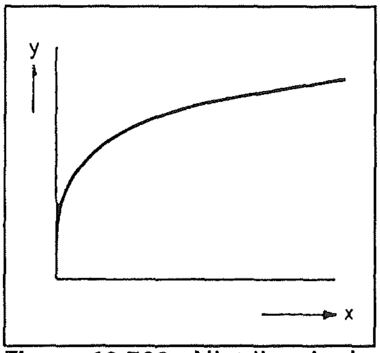


Figuur 10-708: Niet lineair circuit (1).

Hieruit blijkt dat het verband tussen x en y lineair is, hetgeen volgt uit de rechte lijn. Als bij een waarde x = 1 een waarde y = 3 hoort, dan zal bij een waarde x = 2 een waarde y = 6 horen en niets anders! Of, met andere woorden, de versterkingsfactor A van de schakeling is constant voor het gehele bereik van de ingangsgrootheid x. Dat wordt uitgedrukt door de formule:

y = A . x

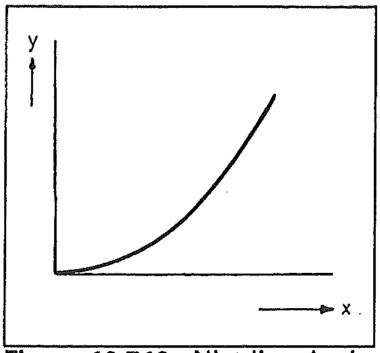
waarmee de lineariteit meteen wiskundig bewezen is. Op een bepaald moment gaat het lineaire verband uiteraard niet meer op. Als de ingang x verder stijgt zal de uitgang y niet meer stijgen. Men zegt dat de lineaire versterker vast loopt tegen de voedingsspanningen. De uitgang y kan immers niet groter worden dan de grenzen die door de beschikbare voedingsspanning of -stroom worden gesteld.
In figuur 10-709 is een transfer karakteristiek getekend, die absoluut niet lineair is. Bij dit circuit kan men niet stellen dat, als de waarde van ingang x verdubbelt, automatisch de waarde van de uitgang y ook verdubbelt! Een circuit dat een dergelijke karakteristiek heeft noemt men een niet lineair circuit. In dit specifieke geval wordt het wiskundige verband tussen in- en uitgang gegeven door de formule:
y = A . [ln x]



Figuur 10-709: Niet lineair circuit (2).

De uitgangsgrootheid y is dus gelijk aan het product van een constante factor A en de logaritme van de ingangsgrootheid x. Vandaar dat een niet lineair circuit met de getekende karakteristiek een logaritmisch circuit wordt genoemd. Naarmate de ingangsgrootheid x stijgt,

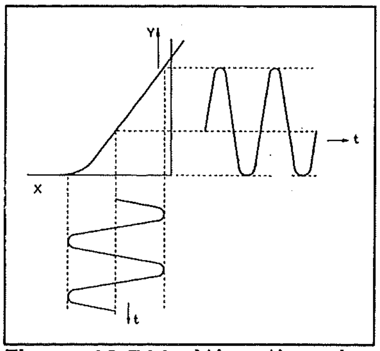
zal de schakeling steeds minder gaan versterken. De totale versterking van de schakeling is dus afhankelijk van de waarde van de ingangsgrootheid x. Een ander niet lineaire circuit is de zogenoemde exponentiële versterker. De transfer karakteristiek van een dergelijke schakeling is getekend in figuur 10-710.



Figuur 10-710: Niet lineair circuit (3).

Nu blijkt dat de totale versterkingsfactor van de schakeling stijgt naarmate de ingangsgrootheid x toeneemt. Men zou dus kunnen stellen dat een exponentiële versterker een niet lineaire versterker is, die tegengesteld werkt dan een logaritmische versterker.
Wie de twee niet lineaire karakteristieken even goed bekijkt, denkt onmiddellijk aan twee begrippen: comprimeren en expanderen. Inderdaad is een logaritmische versterker een ideale schakeling voor het opbouwen van een compressor. Een compressor is een schakeling met als het ware een automatische versterkingsregeling. Naarmate de ingangsspanning stijgt gaat de schakeling steeds minder versterken, zodat de uitgang van de versterker niet overstuurd kan worden. Er zijn tal van toepassingen te verzinnen voor een dergelijke schakeling, zeker in de audiotechniek waar men steeds alert moet zijn op het oversturen van schakelingen. De exponentiële versterker is als het ware geschapen voor het realiseren van expanders. Dat zijn schakelingen die meer gaan versterken naarmate de ingangsspanning stijgt. Met een expander kan men het door een compressor "in elkaar geperste" signaal weer tot normale proporties terugbrengen.

Niet lineaire vervorming Vervorming, die ontstaat door de niet lineaire karakteristieken van onderdelen en systemen. Als voorbeeld wordt de werking van een FET-trap behandeld aan de hand van de grafieken van figuur 10-711.



Figuur 10-711: Niet lineaire vervorming.

De grafiek die het verband geeft tussen FET-stroom en gatespanning is voor een groot deel lineair. Alleen in de buurt van de afknijpspanning vertoont de karakteristiek een groot niet lineair gebied. Als men nu op de gate een te groot signaal aanlegt, zal de gatespanning bij de negatieve toppen van dit signaal in de buurt van de afknijpspanning komen. Het gevolg is dat de stroom door de FET niet steeds een lineaire relatie heeft tot de gatespanning. Als men de FET-stroom door middel van een weerstand omzet in een uitgangsspanning, zal dit signaal een grote vervorming vertonen. De negatieve toppen worden afgeplat. Een dergelijke vervorming is een typisch voorbeeld van een niet lineaire vervorming.

NIFE cel Letterwoord voor nikkel-ijzer accumulator. de elektroden bestaan uit stalen roosters. De positieve elektrode is met nikkelhydride geïmpregneerd, de negatieve elektrode met ijzeroxide. Het elektroliet wordt gevormd door een oplossing van kaliumhydroxide. De celspanning bedraagt ongeveer 1,3 V.

Nikkel Symbool Ni, een van de metalen uit het periodiek systeem der elementen met atoomgetal 28 en atoomgewicht 58,71. Nikkel wordt in de elektronica vaak gebruikt in combinatie met andere metalen, bijvoorbeeld voor het fabriceren van weerstandsdraad en thermo-koppels.

Nikkelijzer accu zie NIFE cel.

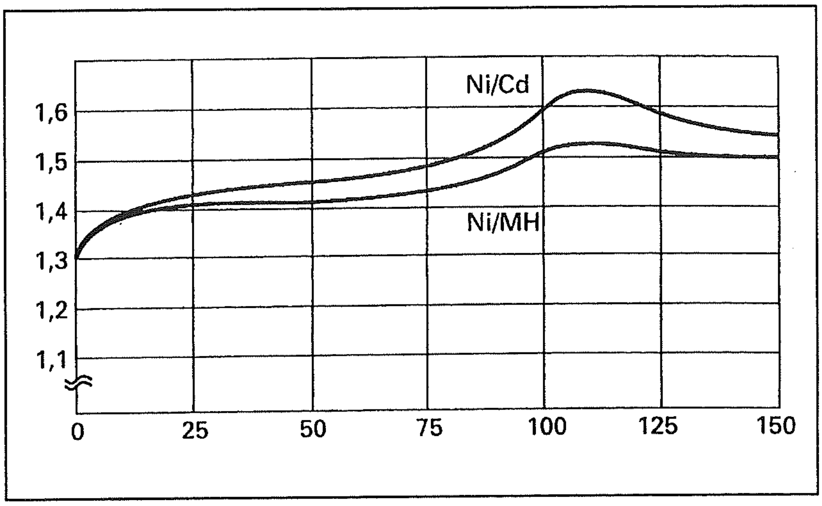
NiMH accu Letterwoord voor "Nikkel MetaalHydride" accu. Een nieuwe accutechnologie die de NiCad aan het vervangen is. Het nadeel van de NiCad, het gebruik van het giftige cadmium, treedt hier niet op. Voor de anode wordt nikkel toegepast, voor de kathode een of ander metaalhydride dat in staat is grote hoeveelheden waterstofgas op te slaan. Als elektroliet wordt gebruik gemaakt van een alkalische oplossing. De energie-opslag en -afgifte vindt bij deze accu plaats door de uitwisseling van waterstof-ionen. Wat betreft technologie en specificaties is er niet veel verschil tussen de NiCad en de NiHM accu's. Een groot voordeel is dat NiMH elementen geen last hebben van het beruchte "geheugen-

effect" van de NiCad's. Bovendien kan de capaciteit van een NiMH cel, bij gelijke afmetingen, wel 30 % hoger zijn. Een verder voordeel is dat de capaciteit stijgt als de cel warm wordt, waardoor ook bij stevig verbruik de volledige capaciteit ter beschikking staat. De cellen zijn intern beveiligd tegen verkeerde celpolariteit, zodat het bij NiCad's bekende probleem van cel-omkering in een serieschakeling van meerdere cellen niet aan de orde is. Ook in serie geschakelde NiMH cellen kunnen volledig ontladen worden! Enig nadeel ten opzichte van de NiCad is dat de zelfontlading veel hoger ligt.

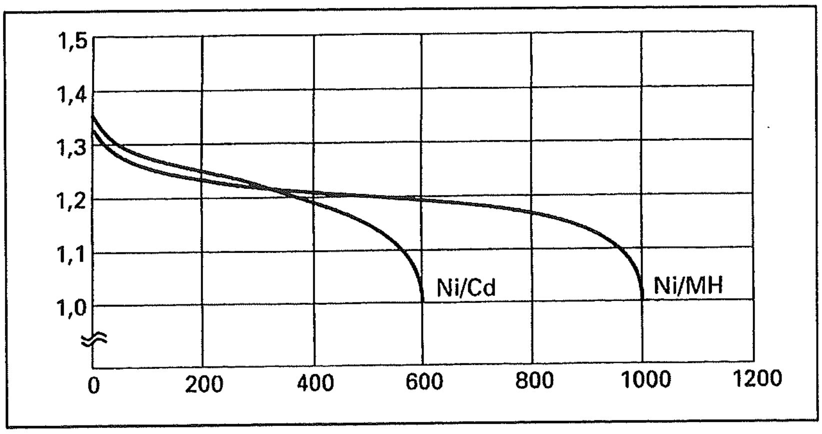
De ladingskarakteristiek, getekend in figuur 10-712, lijkt erg op deze van de NiCad cel. De beroemde "spanningsbult" bij het einde der lading is echter iets minder uitgesproken en de celspanning is iets lager.

Ook nu ontstaat de "bult" door het verzamelen van zuurstof op de positieve elektrode, waardoor de inwendige weerstand van de accu gaat stijgen. Ook NiMH cellen moeten met een constante stroom geladen worden waarbij een waarde van 1/10 van de capaciteit wordt aanbevolen en dit bij een laadtijd van ongeveer 15 uur. Voor snellading wordt een stroom van 1/3 van de capaciteit aanbevolen en een laadtijd van maximaal 5 uur. De genoemde tijden gelden voor het laden van een volledig ontladen cel. Cellen die steeds op hun maximale capaciteit inzetbaar moeten zijn, moeten door middel van een constant vloeiende laadstroom van 5 % van de capaciteit geladen worden. Dit is voldoende om de vrij hoge zelfontlading te compenseren.

De ontlaadkarakteristiek van een NiMH cel is voorgesteld in figuur 10-713. Ook hier worden de specificaties vergeleken met deze van een identieke NiCad cel. Uit deze grafiek blijkt duidelijk dat een NiMH cel een veel hogere capaciteit heeft en dus veel langer een vrijwel constante spanning van 1,2 V afgeeft.

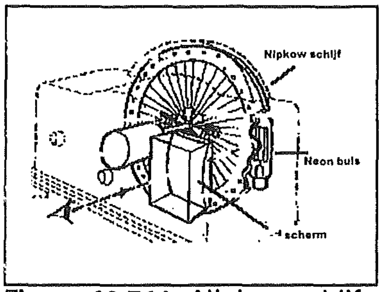


Figuur 10-712: NiMH accu (1).



Figuur 10-713: NiMH accu (2).

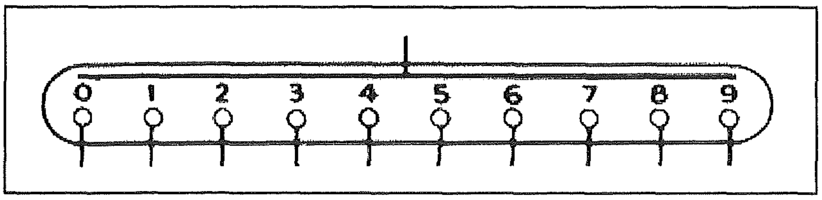
Nipkow schijf Het hart van de eerste optisch/mechanisch werkende TV-systemen. Zowel de camera als de ontvanger waren uitgerust met een snel roterende metalen schijf, die voorzien was van een groot aantal spleetjes. Dor het ronddraaien van deze spleetjes werd het beeld "afgetast" en verdeeld in een groot aantal wat men nu "beeld-pixels" zou noemen. Het idee om op deze manier beelden van plaats a naar plaats b te verzenden werd reeds in het jaar 1880 geopperd door Nipkow! Het zou echter nog tientallen jaren duren alvorens dit idee in de praktijk werd gerealiseerd. In figuur 10-714 is de principiële werking van een TV-ontvanger met een Nipkow schijf voorgesteld.



Figuur 10-714: Nipkow schijf.

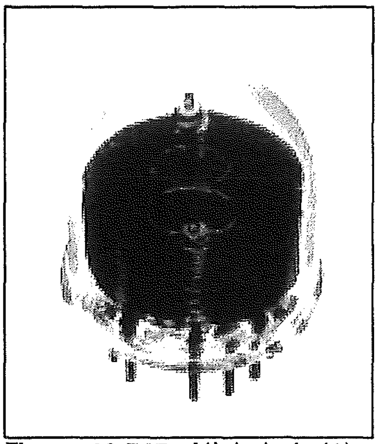
Tussen een licht uitstralende neon buis en een mat glazen scherm is de draaiende Nipkow schijf opgesteld. De neon buis wordt gestuurd met de signalen die van de camera worden ontvangen. De lichtflitsen zijn gesynchroniseerd met de gleuven in de schijf. Op het moment dat een specifieke spleet tussen scherm en buis staat word het bij deze spleet horende lichtflitsje gegenereerd. Dit is natuurlijk alleen mogelijk als op de een of andere manier de schijven in camera en ontvanger perfect synchroon draaien! Vanwege de specifieke plaats van de spleet in de schijf zal er dus op één welbepaald punt van het scherm een lichtflitsje worden geprojecteerd. Doordat de schijf zeer snel ronddraait en vanwege de traagheid van het oog vormen alle geprojecteerde lichtflitsjes een stilstaand beeld.

Niveau In het algemeen de grootte van een elektrische grootheid. Men spreek bijvoorbeeld van een spanningsniveau van +5 V, waarmee wordt bedoeld dat een bepaald punt op een spanning staat die 5 V groter is dan de referentiespanning (de massa). Specifiek in de transmissietechniek bedoeld men met niveaus de logaritmische verhoudingen uitgedrukt in dB, tussen spanningen, stromen of vermogens op twee punten. In de meeste gevallen wordt als tweede "punt" een gestandaardiseerd referentieniveau gekozen, bijvoorbeeld 1 mW in 600 Ω of 0,775 V of 1,29 mA over of door een weerstand van 600 Ω.



Figuur 10-716: Nixie buis (2).

Nixie buis Een van de eerste numerieke indicatoren die op de markt werd gebracht en voorloper van de moderne zevensegment indicatoren. Een Nixie buis bestaat, zie figuur 10-715, uit een glazen ballon gevuld met neon gas. In de ballon is een ronde metalen elektrode aangebracht, de anode. In de door deze anode gevormde ruimte zijn tien gaasvormige kathoden aangebracht, op een kunstige manier gevormd tot de cijfers 0 tot en met 9.

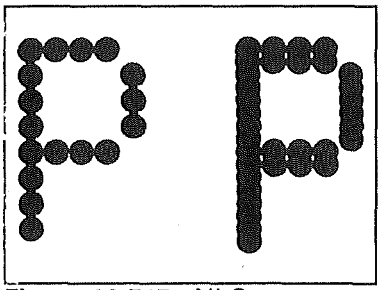


Figuur 10-715: Nixie buis (1).

Zet men via een voorschakelweerstand een spanning van ongeveer 200 V tussen de anode (positief) en een van de kathoden (negatief) dan zal de betreffende kathode zacht rood gaan oplichten en wordt een van de cijfers dus zichtbaar. In de oer-serie 7400 TTL zijn een aantal drivers ontwikkeld, waarmee men rechtstreeks Nixie buizen kon aansturen, zoals de SN74141. In figuur 10-716 is het symbool van een Nixie buis getekend.

n laag Een halfgeleidende laag waarin de vrije ladingsdragers voorkomen onder de vorm van elektronen. Dit in tegenstelling tot een p laag, waarin de vrije ladingsdragers aanwezig zijn onder de vorm van gaten.

NLQ Letterwoord van "Nearly Letter Quality". Een optie die bij matrixprinters wordt gebruikt en waarbij de printerkop twee maal over een tekstregel wordt gestuurd. Bij de tweede printgang wordt het papier echter iets verschoven, waardoor het per definitie rafelige letterbeeld van een dergelijke printer iets beter wordt, zie figuur 10-717.

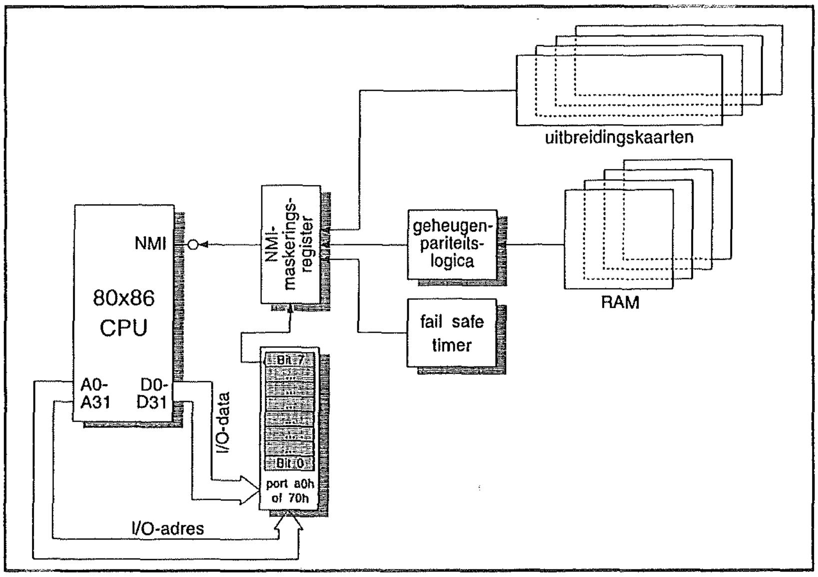


Figuur 10-717: NLQ.

NMI Letterwoord van "Non Maskable Interrupt". Een onderbreking van de werking van een processor, die onmiddellijk moet worden afgehandeld. Ook een NMI hoort bij de reeks van hardware-interrupts. In tegenstelling tot de IRQx-

(wordt vervolgd)

requests wordt een NMI niet via de 8259A of andere perifere schakeling afgehandeld, maar direct via de NMI-pen aan de processor doorgegeven. Een hoog signaal op deze pen veroorzaakt een interrupt 2 zodra de huidige machine-opdracht is voltooid. Een NMI kan niet worden gemaskeerd door het CLI of door het IMP in de PIC (bijvoorbeeld de 8259A). De NMI-interrupt dringt altijd voor en heeft de hoogste prioriteit van alle hardware-interrupts.
In een PC wordt een NMI bijvoorbeeld afgegeven door de pariteitscontrole van de geheugenbesturing.
Zodra deze module een pariteitsfout vaststelt bij het lezen van een byte in het werkgeheugen, wordt het NMI-signaal hoog. Op het beeldscherm verschijnt een melding over de pariteitsfout.
Sommige PC's hebben een tweede timer-chip, de fail-safe timer, die periodiek een NMI genereert om te verhinderen dat de computer zich ophangt bij gemaskeerde IRQ's. Iedere PC heeft een NMI-maskeringsregister om een NMI tijdens de initialisering te verhinderen. In figuur 10-718 is het signaalpad van uitbreidingskaarten, pariteitsmodule en fial-safe timer naar de processor via het NMI-register getekend. Dit werd bij de oude PC/XT aangestuurd via bit 7 van poort $A0_h$, vanaf de AT via bit 7 van poort 70_h. Als het bit op 1 staat, wordt de NMI gemaskeerd, anders kan de hardware een NMI afgeven. Echter, vanaf de AT staat op adres 70_h ook het adresregister voor het CMOS-RAM en de real-time klok. Als men het NMI maskeringsbit wil wijzigen moet men eerst de poort lezen, bit 7 instellen en vervolgens het byte met de ongewijzigde



Figuur 10-718: NMI.

bits 0 t/m 6 weer terugschrijven.

NMOS Letterwoord voor "N-channel Metal Oxide Semiconductor". Een soort MOSFET waarbij elektronen de dominante ladingsdragers zijn. Het kanaal is van het N-type. NMOS-halfgeleiders hebben een veel hogere schakelsnelheid dan PMOS, omdat de beweeglijkheid van de kleine vrije elektronen veel groter is dan die van de veel grotere en zwaardere gaten in PMOS.

NMR scan Letterwoord voor "Nuclear Magnetic Resonance". Als men een sterk magnetisch veld aanlegt over atoomkernen en men deze kernen bovendien in een sterk zeer hoogfrequent magnetisch veld brengt, dan zal er een resonantie-effect ontstaan, waarbij er energie-uitwisseling plaats vindt tussen het veld en de kernen. Van deze techniek wordt in de medische elektronica gebruik gemaakt voor het maken van scans van weefselstructuren.

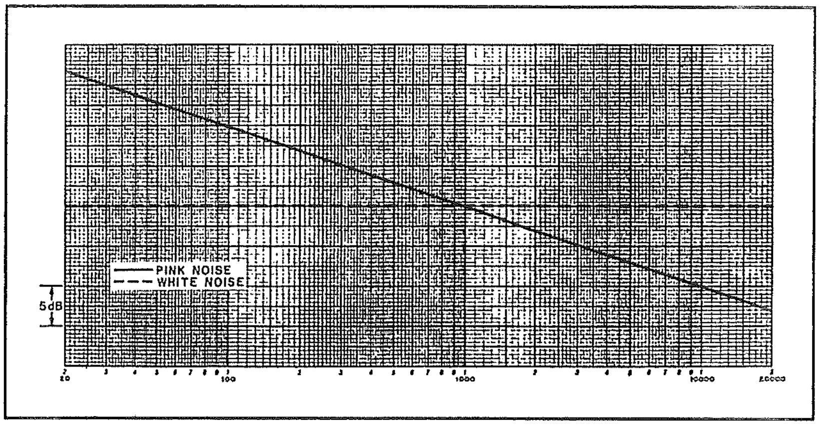
NO Letterwoord voor "Normal Open". De afkorting waarmee wordt aangegeven dat een mechanische omschakelaar in de ruststand open staat. Bij een relaiscontact betekent dit dus dat de relaisschakelaar open is als de spoel van het relais niet is bekrachtigd. Het tegengestelde is "NC", Normal Closed.

Node In het algemeen een punt in een schakeling, waarop géén spanning staat of waardoor géén stroom loopt.

Nodon gelijkrichter Een elektrolytisch werkende hoogspanningsgelijkrichter waarvan de kathode bestaat uit aluminium, de anode uit lood en het elektroliet een oplossing van ammoniumfosfaat is.

Noise Engels voor "ruis". Ruis is een fundamenteel verschijnsel in de elektronica. Ruis is een volledig statistisch verschijnsel. Dit wil zeggen dat het absoluut onmogelijk is om te voorspellen hoe groot een ruissignaal op een bepaald moment zal zijn. Ruis wordt namelijk voornamelijk opgewekt door niet te voorspellen bewegingen van de elektronen in atomen. Atomen trillen onder invloed van hun temperatuur,

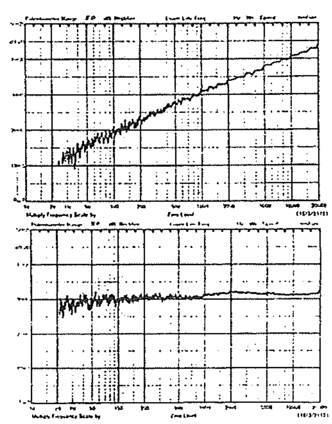
de zogenaamde "Brownse beweging". Door dit trillen zullen atomen met elkaar in botsing komen. Als de botsingsenergie groot genoeg is zullen sommige atomen een of meerdere elektronen kwijt raken. Omdat zo'n incompleet atoom in een niet-stabiele toestand verkeert, zullen de losgeslagen elektronen zo spoedig mogelijk hun plaats in het atoom weer opzoeken. Maar voor het zover is vertegenwoordigen zij een vrije elektrische negatieve lading. Die lading uit zich onder de vorm van potentiaalverschillen, die weer de basis zijn van zeer kleine spanningen. Omdat het absoluut onmogelijk is te voorspellen wanneer een atoom een elektron verliest en wanneer dat elektron weer de veilige haven van het atoom opzoekt, is dus ook de grootte van het ruissignaal niet te berekenen. Het enige dat men met stelligheid kan beweren is dat deze elektronen bepaalde bewegingen maken, maar hoe en wanneer is niet te voorspellen.
Wel kan men, dank zij de wetten van de statistische wiskunde, de globale eigenschappen van ruis op lange termijn beschrijven. Als men bijvoorbeeld een bepaald ruissignaal gedurende een zeer lange tijd met een frequentie-analysator bestudeert, dan kan men er zeker van zijn dat er een rechte lijn op het scherm verschijnt. Men zegt dan dat een dergelijke ruis een ***"constante spectrale vermogensdistributie"*** heeft of, wat begrijpelijker uitgedrukt, dat alle frequenties in even sterke mate in het signaal aanwezig zijn.
Een ruissignaal dat een constante spectrale vermogensdistributie bezit noemt men ***witte ruis.*** Grafisch kan men de



Figuur 10-719: Noise (1).

bandbreedte van witte ruis voorstellen door een horizontale lijn in een amplitude/frequentie-diagram, zie de gestippelde lijn in figuur 10-719.
Een dergelijk signaal is uiteraard een ideaal hulpmiddel voor het bestuderen van de acoustische eigenschappen van allerlei systemen. Maakt men witte ruis door middel van een zeer goede versterker en een luidspreker met een zeer vlakke frequentiekarakteristiek hoorbaar in een zaal, dan kan men door dit geluid ergens in de zaal met een geijkte meetmicrofoon op te vangen en nadien dit signaal met een frequentie-analysator te ontleden, zeer veel acoustische eigenschappen van de zaal te weten komen. Zit er in het opgenomen frequentiespectrum bijvoorbeeld een dip bij 2,2 kHz, dan weet men dat er iets in de zaal aanwezig is dat deze frequentie absorbeert. Ook allerlei laagfrequent apparatuur kan op deze manier op een snelle manier doorgemeten worden. Voert men bijvoorbeeld een ruissignaal door een geluidsversterker, dan zal deze schakeling de in de ruis aanwezige frequenties volgens zijn eigen doorlaatkarakteristiek verzwakken of versterken. Het uitgangssignaal heeft dan een frequentie/amplitude verdeling, die wordt bepaald door de karakteristieken van de versterker. Naast deze meettechnische toepassingen kan men witte ruis ook gebruiken bij experimenteren met geluidsopwekkende schakelingen. Ruis vormt een belangrijk bestanddeel van allerlei geluidseffecten, maar ook van de menselijke stem.
Er zit echter een addertje onder het gras verscholen! Bij dit soort experimenten moet men het ontvangen ruissignaal ontleden in zijn frequentiesamenstelling. Men gebruikt een groot aantal smalbandige banddoorlaat filters om het ruissignaal te ontleden in kleine frequentiebandjes. Het is echter zeer moeilijk banddoorlaat filters te ontwerpen met verschillende centrale frequenties, maar met allemaal dezelfde bandbreedte. Het soort filters dat het eenvoudigst kan worden ontworpen wordt gekenmerkt door een constante kwaliteitsfactor Q. Dit wil zeggen dat de bandbreedte stijgt met de centrale frequentie. Als men een wit ruissignaal analyseert door middel van een bank van constante Q-filters, dan zal men

vaststellen dat het uitgangssignaal van de filters groter wordt als de centrale frequentie stijgt. Dat is in feite heel logisch, want hoe hoger de centrale frequentie van het filter, hoe breder de doorlaatband van het filter en hoe meer frequenties uit het ruissignaal worden doorgelaten! Zou men dus witte ruis via dergelijke filters analyseren, dan zou het lijken alsof de amplitude stijgt met de frequentie. Niet bepaald een goede basis voor het verrichten van metingen!
Men kan nu wiskundig berekenen dat een verdubbeling van de centrale frequentie een stijging van de uitgangsspanning met 3 dB tot gevolg heeft. De oplossing van dit schijnbaar onoplosbare probleem volgt dus uit deze eenvoudige wiskundige vaststelling. Men moet het witte ruissignaal door een laagdoorlaat filter sturen met een verzwakking van 3 dB per octaaf! Een octaaf komt immers overeen met de frequentieband tussen een bepaalde frequentie en het dubbele van deze frequentie. Het filter moet dus voor iedere frequentieverdubbeling een verzwakking van 3 dB veroorzaken. Witte ruis, gefilterd door een -3 dB per octaaf filter, noemt men ***rose ruis***. De amplitude/frequentie-karakteristiek van rose ruis is ook getekend in figuur 10-719, met de volle lijn. Rose ruis bevat dus veel meer aandeel van lage frequenties dan van hoge frequenties.
Het normale geluidsspectrum van 20 Hz tot 20,480 kHz omvat tien octaven en dus zal deze hoogste frequentie met 30 dB verzwakt ten opzichte van de laagste frequentie in de rose ruis aanwezig zijn.
Hoe witte en rose ruis er in de praktijk uitzien als zij worden geanalyseerd door een frequentiespectrograaf toont figuur 10-720. In de bovenste grafiek is witte ruis getekend. Duidelijk blijkt hoe, door de stijgende bandbreedte van de filters, de amplitude lineair toeneemt met de frequentie. In de onderste grafiek is de frequentie-analyse van rose ruis getekend. De meetcurve verloopt praktisch lineair, omdat de meetfout die door de stijgende bandbreedte van de filters van de spectrograaf wordt geïntroduceerd door de eigen amplitudekarakteristiek van de ruis wordt gecompenseerd. Uit deze twee grafieken volgt duidelijk dat witte ruis niet geschikt is voor het verrichten van metingen, maar rose ruis wél.

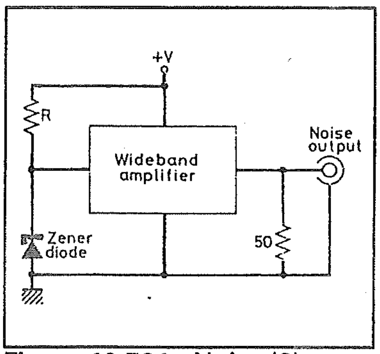


Figuur 10-720: Noise (2).

Ruis kan op diverse manieren kunstmatig worden opgewekt. Te denken valt aan een zenerdiode, de basis-emitter overgang van een transistor of een operationele versterker. De meest betrouwbare methode is echter uit te gaan van een digitaal schuifregister met een specifieke sturing van de data-ingang. Er ontstaat dan een schakeling die ***pseudo-random bit sequence generator*** wordt genoemd (PRBS-generator). Uit het digitaal uitgangssignaal van een dergelijk schuifregister kan via filtering zowel witte als rose ruis worden afgeleid.
Schakelingen met als basis een zenerdiode, transistor of operationele versterker wekken zogenoemde ***random noise*** op. Hierin zullen alle frequenties in de loop der tijd in gelijke amplitude opdagen, maar er is weinig te zeggen over de tijdsduur die er verstrijkt alvorens bijvoorbeeld alle frequenties tussen 20 Hz en 20 kHz in even grote mate gegenereerd zijn. Het signaal is op korte termijn immers volstrekt onvoorspelbaar. Wil men een dergelijk signaal gebruiken om frequentiespectra op te meten, dan moet men een hele lange meetperiode op de koop toe nemen. Men moet er immers zeker van zijn dat alle frequenties binnen het meetspectrum in ongeveer gelijke mate aanwezig zijn geweest.
Pseude random noise, zoals deze die digitaal gegenereerd wordt, heeft als nadeel dat het niet volledig willekeurig is en dus niet precies aan de definitie van een ruissignaal voldoet. Pseudo random ruis is samengesteld uit een aantal ruispatronen, die zich periodiek herhalen. Dank zij speciale schakeltechnieken kan men er toch voor zorgen dat de afwijkingen van het theoretische ruissignaal minimaal zijn. Een groot voordeel van pseudo random ruis is echter dat de amplitudesamenstelling volstrekt voorspelbaar is. Wil men meten in een frequentiegebied van 20 Hz tot 20 kHz, dan kan men de pseudo random ruis generator zo ontwerpen, dat men er zeker van is dat alle frequenties uit die band binnen één ruispa-

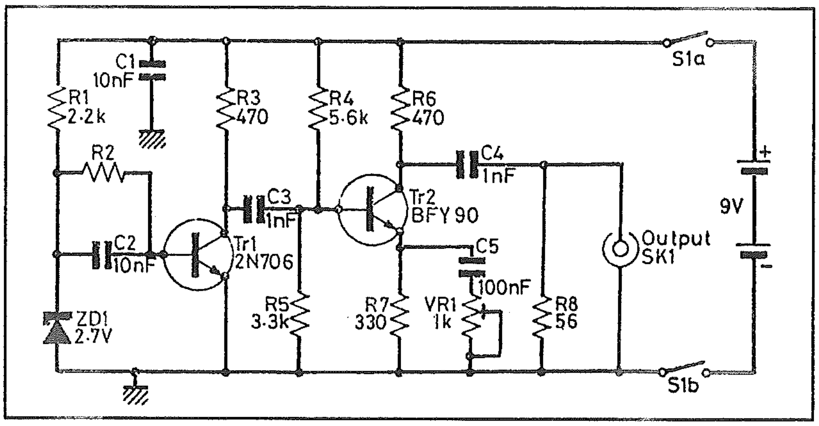
A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z

troon in even grote mate in het uitgangssignaal zullen voorkomen. Het volstaat dus de weergave van slechts één ruispatroon te meten om een betrouwbare meting te verrichten. Een tweede groot voordeel van deze pseudo random ruisgeneratoren is dat de metingen volledig reproduceerbaar zijn. Hetgeen wil zeggen dat als men twee metingen verricht op een en hetzelfde apparaat, de meetresultaten volstrekt identiek zullen zijn.
De meest eenvoudige schakeling voor het genereren van ruis is getekend in figuur 10-721. Over een zenerdiode ontstaat, naast de zenerspanning zélf, een kleine breedbandige ruisspanning. In de meeste gevallen wordt deze op alle mogelijke manieren weg gefilterd, als men de zenerdiode als ruisgenerator wil gebruiken is het natuurlijk net die ruis die men nodig heeft. De zenerdiode wordt afgesloten met een breedbandige wisselspanningsversterker, die alleen de kleine ruisspanning over de diode flink versterkt. Op de uitgang van de schakeling verschijnt een ruissignaal, met een spectrale samenstelling die heel erg dicht deze van ideale witte ruis benadert.



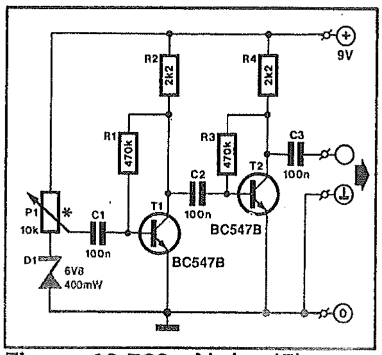
Figuur 10-721: Noise (3).

In figuur 10-722 is een praktische schakeling getekend van



Figuur 10-722: Noise (4).

een ruisgenerator met een zenerdiode als basis. De zenerdiode van 2,7 V wordt via de weerstand R1 in breakdown ingesteld. De 2,7 V gelijkspanning die over de zenerdiode ontstaat wordt gebruikt om de basis van de eerste transistor via de weerstand R2 in te stellen. Om de volledige ruisspanning aan de basis aan te kunnen bieden, wordt deze weerstand overbrugd door de condensator C2. De twee transistoren vormen een breedband versterker, waarvan de versterking instelbaar is via de instelpotentiometer VR1 is de emitter van de tweede trap. De uitgang wordt belast door de weerstand R8 van 56 Ω. Telt men de invloed van de collectorweerstand van Tr2 hierbij op, dan heeft de schakeling een uitgangsimpedantie van precies 50 Ω, zodat de schakeling in feite kan worden voorgesteld door een ideale ruisbron, in serie met een weerstand van 50 Ω.
De bandbreedte van de uitgangsruis is afhankelijk van de keuze van de transistoren. Met de in het schema ingetekende typen bevat de ruis frequenties tot ongeveer 30 MHz. Vervangt men beide halfgeleiders door echte hoogfrequent typen, dan zal de schakeling frequenties leveren tot ver in het VHF-gebied.
In figuur 10-723 is een tweede voorbeeld van een breedband witte ruis generator getekend. Deze in "Elektuur" gepubliceerde schakeling levert frequenties tot ongeveer 150 MHz en is dus op de twee meter band nog goed te ontvangen. Nu wordt er gebruik gemaakt van een zenerdiode van 6,8 V, die via een weerstand van 10 kΩ wordt ingesteld uit een voedingsspanning van 9 V. Via de loper van de potentiometer P1 kan men een kleiner of groter deel van de ruisspanning toevoeren aan de ingang van een eenvoudig tweetraps breedband versterkertje.

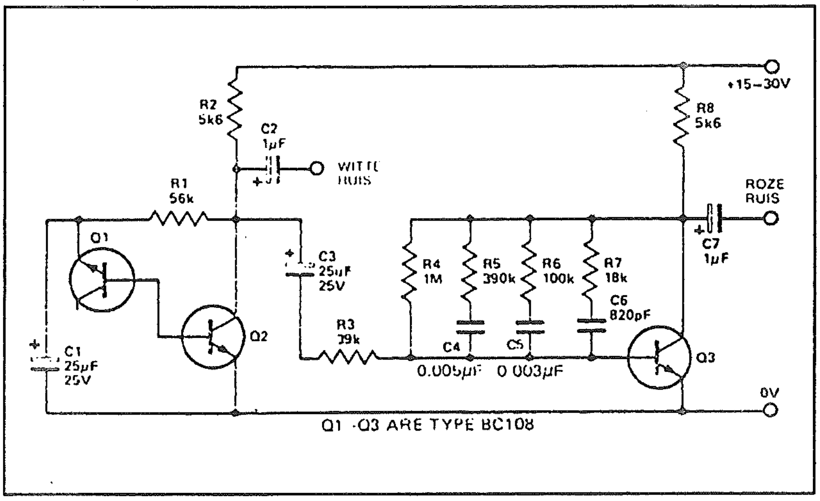


Figuur 10-723: Noise (5).

Let op de ongebruikelijke manier waarop deze twee trappen zijn ingesteld. De basisstroom wordt via vrij grote weerstanden betrokken uit de collectorspanning. Deze instelling garandeert een grote mate van stabiliteit. Zou immers de collectorstroom willen stijgen, dan gaat de collectorspanning dalen en zal er minder stroom in de basis gestuurd worden. De transistor gaat minder geleiden en de stijging van de collectorstroom wordt automatisch tegengewerkt.

Ook een transistor kan op een heel eenvoudige manier als noise-generator worden ingezet. De basis-emitter overgang van een transistor wordt meestal in geleiding ingesteld en voert dan een spanning van ongeveer 0,7 V. Als men deze overgang echter invers polariseert, dus emitter positief ten opzichte van de basis, dan gaat deze overgang zich min of meer gedragen als een zenerdiode met een doorslagspanning van ongeveer 7 V tot 9 V. Op deze manier kan men dus een transistor toepassen als fundamenteel onderdeel van een ruisgenerator. Ook nu vertoont het gegenereerde ruisspectrum veel gelijkenis met het spectrum van ideale witte ruis.

In figuur 10-724 is een eenvoudige schakeling getekend, die zowel witte als rose ruis genereert. De basis-emitter overgang van Q1 wordt via de weerstanden R1 en R2 aangesloten op een vrij hoge voedingsspanning van minimaal 15 V. De overgang slaat door en de ruisvormige stroom, die door de junctie loopt wordt rechtstreeks gebruikt als basisstroom van de achtergeschakelde versterker Q2. De speciale manier waarop de twee

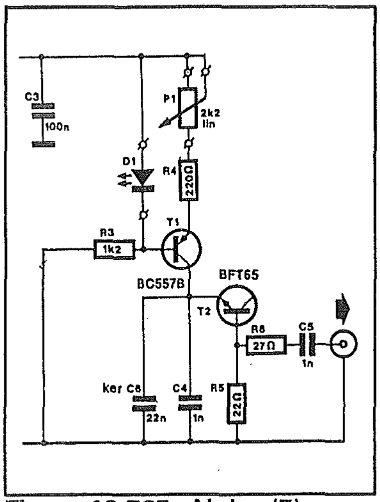


Figuur 10-724: Noise (6).

transistoren met elkaar verweven zijn, zorgt voor een bepaalde tegenkoppeling waardoor het geheel vrij temperatuurstabiel is. De witte ruis kan rechtstreeks van de collector van transistor Q2 worden afgetakt. De uitgang van de witte ruis generator gaat naar een eenvoudig filtertje rond transistor Q3. Dit filter moet, zoals reeds geschreven, met 3 dB per octaaf verzwakken. Nu is het helemaal niet zo eenvoudig een filter met dergelijke karakteristieken te ontwerpen. Een passief RC-filter verzwakt immers al met 6 dB per octaaf. De oplossing hiervoor bestaat in het minimaliseren van de invloed van de condensator in het RC-filter. Dat kan door een aantal serieschakelingen van een condensator en een weerstand parallel te schakelen. In principe bestaat het filter uit drie secties (C4, C5, C6) die ieder samenwerken met de algemene filterweerstand R3. De nauwkeurigheid van de 3 dB per octaaf karakteristiek over het volledige frequentiegebied is alleen afhankelijk van het aantal RC-secties dat men toepast en van de zeer nauwkeurige afstemming van de weerstand- en condensatorwaarden. Ondanks de eenvoud van het filter van figuur 10-724 zijn de resultaten meer dan bevredigend te noemen. De grafieken van figuur 10-720 zijn namelijk de testresultaten van deze eerste voorbeeldschakeling.

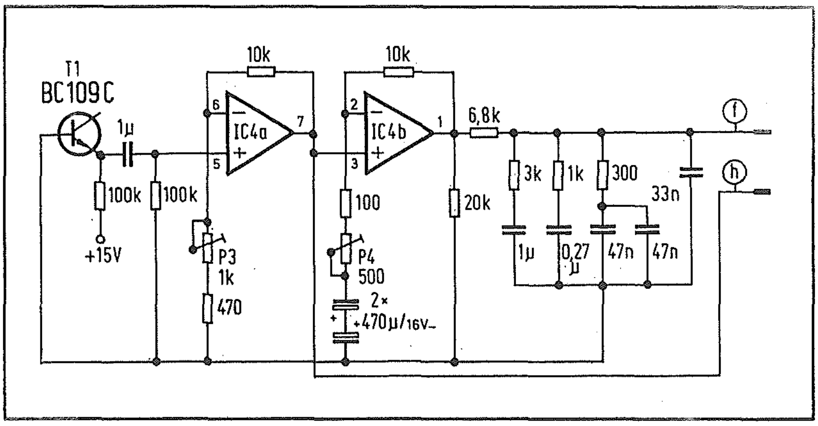
Een tweede voorbeeldschakeling van een witte ruis generator met als basis een transistor is getekend in figuur 10-725. Deze schakeling werd gepubliceerd in "Elektuur", jaargang 1987, maand april. De schakeling is speciaal bedoeld voor het genereren van zeer breedbandige ruis, die bruikbaar is tot in het UHF-gebied. Het frequentiespectrum van de schakeling loopt tot 1 GHz. Het zal duidelijk zijn dat bij een dergelijke brede band het er op aan komt de ruisbron zo "puur" mogelijk te gebruiken. Vandaar dat de uitgang dan ook rechtstreeks wordt afgetakt over de primaire ruisbron, de transistor T2. De toegepaste BFT65 is een super hoge frequentie transistor. Om toch enige invloed te hebben op de grootte van het ruissignaal wordt de stroom die door de

invers ingestelde basis-emitter overgang wordt gestuurd ingesteld door middel van een eenvoudige stroombron.



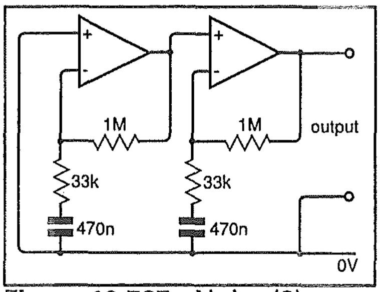
Figuur 10-725: Noise (7).

Als referentiespanning voor deze stroombron wordt de vrijwel constante spanningsval gebruikt die ontstaat over de geleidende LED D1. Over de serieschakeling van P1 en R4 zal dezelfde spanning ontstaan, zodat men de stroom die door T1 vloeit kan instellen door het verdraaien van de potentiometer P1. De collectorstroom van T1 vloeit rechtstreeks af naar T2. De over de emitterweerstand gegenereerde ruisspanning wordt via de weerstand R6 en de scheidingscondensator C5 aan de uitgang aangeboden. De schakeling kan gevoed worden uit een spanning van +9 V.
In figuur 10-726 is een derde voorbeeldschakeling getekend van een ruisgenerator met een transistor als ruisbron. De basis-emitter overgang van transistor T1 wordt als ruisbron gebruikt. Via de voorschakelweerstand van 100 kΩ wordt een stroom door de junctie gestuurd, de ruisspanning wordt via de scheidings-



Figuur 10-726: Noise (8).

condensator van 1 µF aangeboden aan de operationele versterker IC4a. Deze versterkt de ruisspanning ongeveer tien maal. De uitgangsspanning op pen 7 gaat naar de uitgang h, waarvan men de witte ruis kan aftakken. De witte ruis wordt nog eens versterkt in operationele versterker IC4b, om de verzwakking van het rose filter te compenseren. Dit filter bestaat uit de weerstand van 6,8 kΩ en drie RC-combinaties, die de gewenste 3 dB per octaaf karakteristiek realiseren. De schakeling is speciaal ontwikkeld voor het genereren van witte en rose ruis met een frequentiespectrum dat aangepast is aan audio-apparatuur.
Tot slot van het verhaal over analoge ruisgeneratie een voorbeeld van een noisegenerator met een operationele versterker. Deze in de praktijk niet vaak toegepaste methode voor het genereren van ruis is getekend in figuur 10-727. Twee in cascade geschakelde operationele versterkers zijn ingesteld met een zeer hoge versterkingsfactor. Er wordt geen ingangssignaal aangeboden, het gevolg is dat de schakelingen alleen hun eigen ruis gaan versterker. Het probleem met deze eenvoudige schakeling is dat niet alle operationele versterkers een ruiskarakteristiek hebben die ze geschikt maakt voor deze toepassing. Alleen op-amp's met wat genoemd wordt een "1/f ruisgrens" zijn bruikbaar. Dit wil zeggen dat de laagfrequent ruis ongeveer 3 db hoger ligt dan de ruis bij hogere frequenties. Een bruikbaar type blijkt de LT1007 of LT1037 te zijn, beide typen hebben een 1/f ruisgrens van 2 Hz.

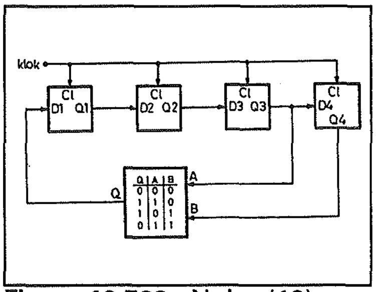


Figuur 10-727: Noise (9).

Een verhaal over noise is niet compleet zonder het principe van digitale noise-generation te bespreken. Zoals reeds geschreven in de inleiding kan men op een digitale manier mooie volledig reproduceerbare schijnbaar witte ruis opwekken. Schijnbaar, omdat het feit dat de ruis reproduceerbaar is al aangeeft dat het signaal in feite niets met "echte"

(wordt vervolgd)

ruis te maken heeft. Echte ruis is namelijk een volledig onvoorspelbaar statistisch verschijnsel. Toch kan men deze schijnbare ruis zo goed op echte ruis laten lijken, dat de te testen schakelingen er geen moeite mee hebben.
De basis van deze digitale techniek is een speciale toepassing van een schuifregister die **PRBS-generator** wordt genoemd, de afkorting van "pseudo randon bit sequence"-generator. Een schuifregister is een schakeling, opgebouwd uit in cascade geschakelde flip-flop's. De informatie die in de flip-flop's is opgeslagen (dus lage en hoge bits) zal op het ritme van een klokpuls door het register worden geschoven. Door nu bepaalde uitgangen van de flip-flop's uit het register op een bepaalde manier terug te koppelen naar de ingang van het register, zal een schijnbaar niet te voorspellen opeenvolging van lage en hoge bits door het register worden geschoven.
In figuur 10-728 is een eenvoudig schuifregister getekend, gebouwd uit slechts vier type-D flip-flop's. De eigenschap van een schuifregister is dus dat iedere flip-flop de uitgangsspanning van de vorige trap overneemt op bevel van een klokpuls. Een signaal, aangelegd aan de ingang D1, schuift dus bij iedere klokpuls één trap naar rechts. Het signaal op de D1-ingang wordt afgeleid uit de twee laatste uitgangen van het register en wel met tussenschakeling van een zogenoemde "EXOR"-poort.
De waarheidstabel van een dergelijke poort is in het schema gegeven. Twee identieke ingangen leveren een "L" aan de uitgang, twee verschillende ingangen een "H". Een register, samengesteld uit vier trappen, kan 16 diverse combinaties van "L" en "H" op zijn vier uitgangen opwekken.



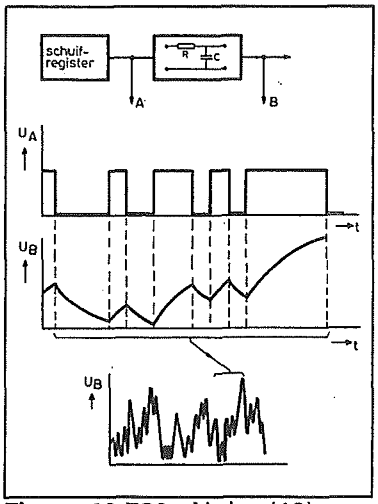
Figuur 10-728: Noise (10).

Als men, zoals in de tabel van figuur 10-729 is getekend, uitgaat van de toestand Q1 = Q2 = Q3 = Q4 = "H" dan kan men zeer eenvoudig bepalen wat er na iedere klokpuls gebeurt. De hoge Q3 en Q4 leveren via de EXOR een laag signaal aan de D1-ingang. Na de eerste klokpuls zal Q1 deze lage waarde overnemen. De drie overige uitgangen blijven "H". Er wordt nu weer een "L" naar D1 teruggekoppeld, dus na de tweede klokpuls blijft Q1 laag, terwijl Q2 de lage waarde van Q1 overneemt. Als men de inhoud van het register na iedere nieuwe klokpuls onder de vorm van een hexadecimaal getal noteert, kan men vaststellen dat deze getallen elkaar in een schijnbaar willekeurige volgorde opvolgen.
Schijnbaar willekeurig, omdat de volgorde wel vast ligt door de aard van de schakeling. Iedere cyclus van 15 klokpulsen zal immers dezelfde getallen volgorde veroorzaken! Men stelt verder vast, dat de combinatie Q1 = Q2 = Q3 = Q4 = "L" niet voorkomt. Dat is maar goed ook, want deze toestand zou tot in het oneindige blijven bestaan. Q3 = Q4 = "L" levert immers een "L" aan de D1-ingang en deze lage waarde zou bij iedere klokpuls blijven bestaan. Dat is een typische eigenschap van een PRBS-generator, waar men bij het ontwerp van de schakeling goed rekening mee moeten houden! Er moet een extra schakeling ingebouwd worden die verhindert dat de toestand, waarbij alle uitgangen van het schuifregister "L" worden, kan voorkomen.

Klok-puls	D1	Q1	Q2	Q3	Q4	Inhoud v.h. register in hex
0	L	H	H	H	H	F
1	L	L	H	H	H	E
2	L	L	L	H	H	C
3	H	L	L	L	H	8
4	L	H	L	L	L	1
5	L	L	H	L	L	2
6	H	L	L	H	L	4
7	H	H	L	L	H	9
8	L	H	H	L	L	3
9	H	L	H	H	L	6
10	L	H	L	H	H	D
11	H	L	H	L	H	A
12	H	H	L	H	L	5
13	H	H	H	L	H	B
14	H	H	H	H	L	7
15	L	H	H	H	H	F

Figuur 10-729: Noise (11).

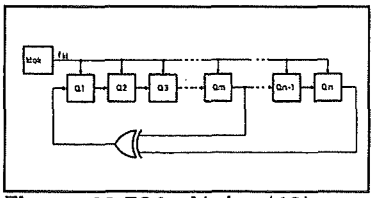
Hoe men uit een schijnbaar willekeurige volgorde van "L"- en "H"-signalen een ruissignaal kan maken, wordt verklaard aan de hand van figuur 10-730. Een willekeurige uitgang van het schuifregister wordt aangeboden aan een RC-laagdoorlaat filter. Dit filter zal het digitale signaal integreren. Een aantal opeenvolgende "H"-pulsen levert een hoge analoge spanning over de condensator van het filter op. De condensator C zal zich immers via de weerstand R gaan opladen. Een opeenvolging van "L"-signalen ontlaadt de condensator via de weerstand, waardoor de analoge uitgangsspanning gaat dalen.



Figuur 10-730: Noise (12).

De ***analoge*** spanning U_B varieert dus schijnbaar willekeurig tussen een minimum en een maximum en het verloop tussen beide grenzen wordt bepaald door de schijnbaar willekeurige opeenvolging van "L"- en "H"-signalen op de uitgang van het schuifregister. Als men de tijd-as waarmee U_B wordt getekend sterk verkleint ontstaat het typische verloop van een ruissignaal, zie onderste grafiek.

Een schuifregister, samengesteld uit vier trappen, levert uiteraard geen bruikbaar ruissignaal op. De herhalingsfrequentie van de cyclus is veel te hoog. Door het aantal trappen van het schuifregister uit te breiden en de juiste uitgangen terug te koppelen via de EXOR-poort, ontstaan echter vrij snel heel lange cyclussen. Dat kan allemaal heel mooi wiskundig verklaard en berekend worden, maar hier wordt volstaan met een grafische toelichting. In figuur 10-731 is de algemene vorm van een PRBS-register getekend, samengesteld uit ***n*** flip-flop's. Men kan wiskundig aantonen dat de maximale lengte van een cyclus niet alleen afhankelijk is van het aantal trappen ***n***, maar ook van de trap ***m*** die samen met n aan de ingang van de EXOR-poort wordt aangeboden.



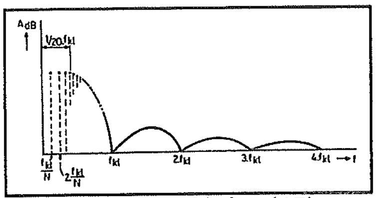
Figuur 10-731: Noise (13).

Uit het behandelde voorbeeld is duidelijk aangetoond dat de cyclus-lengte gelijk is aan 15 als men vier trappen toepast (n = 4) en de tweede ingang van de poort met de uitgang van de derde trap verbindt (m = 3). Uit de tabel van figuur 10-732 volgt dat de cyclus-lengte ongelooflijk snel stijgt bij het vermeerderen van het aantal trappen n. Een schuifregister, samengesteld uit 31 flip-flop's, waarbij de 31-ste en de 13-de trap worden teruggekoppeld, heeft bijvoorbeeld een cyclus-lengte van meer dan 2 miljard klokpulsen!

n	m	Totale cycluslengte (N)
4	3	15
5	3	31
7	6	127
9	5	511
11	9	2 047
15	4	32 767
18	11	262 143
23	5	8 388 607
31	13	2 147 483 647

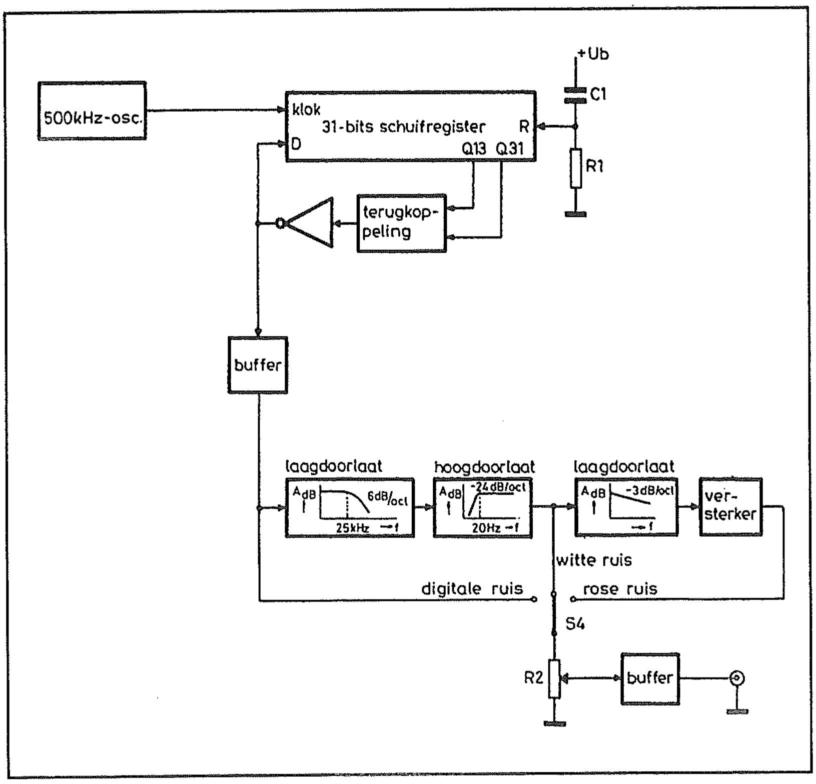
Figuur 10-732: Noise (14).

De uitgangsspanning van een schuifregister kan, zoals Fourier bewezen heeft, wiskundig ontleed worden tot een combinatie van een aantal sinusspanningen met specifieke frequenties en amplitudes. Deze frequentie-analyse is getekend in de A_{dB}/f-karakteristiek van figuur 10-733. Men stelt vast dat het signaal is samengesteld uit een groot aantal sinussignalen, met frequenties die f_{kl}/N uit elkaar liggen. Hierbij staat f_{kl} voor de klokfrequentie en N voor de totale cyclus-lengte. Een voorbeeld ter verduidelijking: stel een 31-traps register met een EXOR-terugkoppeling van de trappen 13 en 31 en een klokfrequentie van 500 kHz. In het uitgangssignaal van het register komen dan frequenties voor, die 500 kHz gedeeld door 2.147.483.647 uit elkaar liggen, concreet: 0,000.23 Hz! Men kan dus zonder overdrijven stellen dat alle frequenties in het signaal zijn vertegenwoordigd. Uit de grafiek kan men verder afleiden dat de amplitude van deze frequenties constant blijft tot aan $^{een}/_{twintigste}$ van de klokfrequentie.
In het genoemde voorbeeld komt dit erop neer dat alle frequenties tot 25 kHz zonder verzwakking in het uitgangssignaal van het register aanwezig zijn.



Figuur 10-733: Noise (15).

Kortom, het behandelde voorbeeld biedt een ideale basis voor het opwekken van witte ruis: alle frequenties tussen 0,000.23 Hz en 25 kHz zijn in gelijke mate vertegenwoordigd en bovendien met dezelfde amplitude. Vandaar dat een 31-traps register met een klokfrequentie van 0,5 MHz de beste basis is voor het samenstellen van een witte en rose ruis generator voor metingen in audio-apparatuur.
Aan de hand van de besproken principes kan men het algemeen schema van een ideale digitale ruisgenerator nu vrij eenvoudig samenstellen. Dit blokschema is getekend in figuur 10-734.
Het 31 bit schuifregister wordt gestuurd uit een 500 kHz oscillator. De EXOR-terugkoppeling wordt gevolgd door een extra invertor. Deze heeft de volgende functie. Zoals reeds geschreven moet men ervoor zorgen dat het nooit kan voorkomen dat alle uitgangen van het register "L" zijn. Dat kan in de praktijk toch gebeuren, bijvoorbeeld door een stoorpuls die via de voeding binnenkomt en alle flip-flop's reset. Vandaar dat de zaken worden omgedraaid. Men zorgt ervoor dat bij het inschakelen van de voeding alle trappen "L" worden, dit door het sturen van de reset van de flip-flop's door een RC-netwerk. De lage uitgang van de EXOR wordt geïnverteerd door de invertor en er wordt een "H" aan de D-ingang van het register aangeboden. De cyclus start. Wél ontstaat nu een nieuwe verboden toestand, namelijk alle uitgangen gelijk aan "H". In de praktijk komt het echter uiterst zelden voor dat een stoorpuls tot gevolg heeft dat alle flip-flop's naar de "H"-toestand schakelen. De C1/R1-combinatie zet bij het inschakelen van de voedingsspanning een kort "H"-pulsje op de reset van het schuifregister, alle trappen gaan naar "L" en de cyclus start automatisch op. De D-ingang van het register wordt gebruikt als uitgang van de schakeling. Na een buffer staat het digitale ruissignaal via S4 ter beschikking van de amplitude potentiometer R2 en de eindbuffer. De digitale "ruis" wordt omgezet in goede analoge witte ruis door eerst alle frequenties boven 25 kHz weg te filteren in een eerste orde laagdoorlaat filter (steilheid 6 dB per octaaf) en nadien de niet nuttige zeer laagfrequente signalen te verwijderen door middel van een vierde orde hoogdoorlaat filter met een kantelfrequentie van 20 Hz en een steilheid van 24 dB per octaaf. De analoge witte ruis die aldus ontstaat gaat via het tweede contact van S4 naar de potentiometer R2, de buffer en de uitgang. De omzetting van witte in rose ruis vindt plaats in het passieve laagdoorlaat filter met een steilheid van 3 dB per octaaf en een kantelfrequentie van 10 Hz. Zo'n passief filter verzwakt echter behoorlijk, vandaar een extra versterkertrap die de rose ruis op het zelfde niveau brengt als zijn witte soortgenoot.



Figuur 10-734: Noise (16).

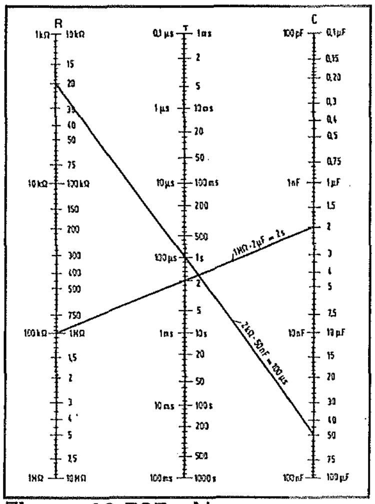
Noise clipper Een eenvoudige schakeling voor het verwijderen van ruis uit een audiosignaal. In basis werkt een dergelijke schakeling met een diode.

Zoals bekend heeft een diode een bepaalde spanning nodig alvorens zij gaat geleiden. Eerst wordt het signaal met ruis versterkt. Nadien voert men dit signaal door de noise clipper. Omdat de diode spert voor signalen die kleiner zijn dan 0,5 V zal de ruis in de stille passages niet worden doorgekoppeld naar de uitgang. Het versterkte audiosignaal is groter dan de diodedrempel en wordt dus wél doorgelaten. Het zal echter wél duidelijk zijn dat de niet-lineaire karakteristieken van de diode een grote vervorming in het signaal introduceren. Vandaar dat men dergelijke noise clippers alleen in de allergoedkoopste apparatuur zal aantreffen.

Noise gate Een ander woord voor het begrip noise clipper, zie aldaar.

Nominale waarde De waarde van een onderdeel, zoals zij wordt vermeld, zonder rekening te houden met de eventuele toleranties. Een weerstand die gecodeerd is rood-rood-rood heeft dus een nominale waarde van 2,2 kΩ, hoewel de échte waarde uiteraard net zo goed 2,15 kΩ kan bedragen. Het begrip nominale waarde is van toepassing op alle grootheden en stelt steeds de gemiddelde waarde voor die grootheid in de praktijk heeft. Een typisch voorbeeld is de impedantie van een luidspreker. Men prijst luidsprekers aan met een impedantie van 8 Ω. Toch weet iedereen dat dit in feite onzin is, omdat de impedantie van de luidsprekerspoel in belangrijke mate afhankelijk is van de frequentie van het signaal dat aan de spoel wordt aangeboden. De nominale waarde is dus alleen een waarde die wordt gebruikt om de waarde van een bepaalde grootheid in grote lijnen te definiëren.

Nomogram Een grafiek, samengesteld uit een aantal horizontale schalen, die het verband tussen meer dan twee grootheden grafisch voorstelt. In figuur 10-735 is bijvoorbeeld een nomogram getekend, waarmee men de tijdconstante van een RC-netwerk kan "berekenen". Zoals men weet is de tijdconstante τ van een RC-netwerk gelijk aan het product van weerstand maal condensator. Op de linker schaal staan de weerstandswaarden, op de rechter de condensatorwaarden. Stel dat men de tijdconstante moet berekenen van een netwerk dat is samengesteld uit een weerstand van 1 MΩ en een condensator van 2 µF. Men legt dan een liniaaltje over het nomogram en wel tussen de punten 1 MΩ op de weerstand-as en 2 µF op de condensator-as. Men kan dan op de middelste schaal de tijdconstante τ aflezen.



Figuur 10-735: Nomogram.

Nomogrammen zijn in principe handige hulpmiddelen, maar het nadeel is wél dat men altijd de papieren bij zich moet hebben. De introductie van programmeerbare rekenmachientjes (Texas Instruments!) heeft het gebruik van nomogrammen verdrongen.

Non impact printer Printers waarbij het drukbeeld op het papier ontstaat zonder rechtstreeks mechanisch contact tussen de printkop en het papier. Dit in tegenstelling tot de impact printers. Een van de bekendste voorbeelden van een impact printer is uiteraard de ouderwetse naaldmatrix printer. De naalden uit de printkop drukken met kracht een inktlint tegen het papier, waardoor de afdruk ontstaat. Groot voordeel van impact printers is dat men met doorslagen kan werken. Dat kan door middel van het ouderwetse carbon papier, maar ook door gebruik te maken van de moderne doordruk papiersoorten. Vooral in het bedrijfsleven is dit nog steeds een belangrijk voordeel! Daar heeft men immers één of meerdere kopieën nodig van facturen en verzendnota's. Het is veel handiger en goedkoper deze in één keer door een printer te laten bedrukken dan voortdurend naar het kopieermachine te lopen.

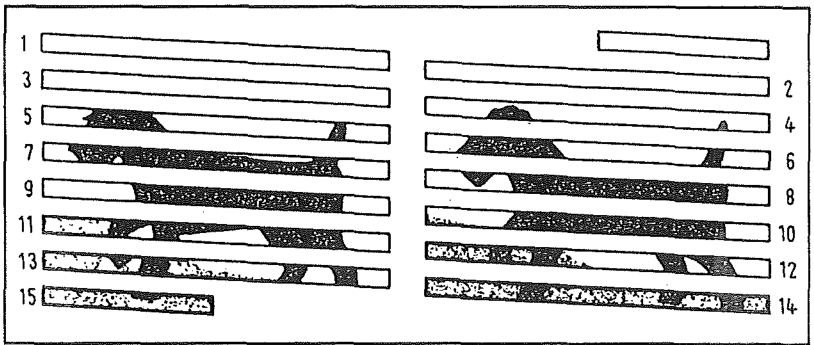
Iedereen heeft tegenwoordig een non impact printer in huis onder de vorm van de inkjet printer. Hierbij wordt de inkt vanuit de printkop op het papier gespoten. Ook laserprinters zijn voorbeelden van non impact printers.

Non interlaced Een systeem waarbij een beeld op het scherm van een monitor wordt geschreven door alle lijnen, waaruit het beeld bestaat, één na één op het scherm te schrijven. Dit in tegenstelling tot het interlace systeem van de standaard analoge TV, waarbij de lijnen in twee halve beelden worden geschreven.

In principe kan men gelijk welk beeld reproduceren door het, onder de vorm van een kruiswoordpuzzel, in te delen in een aantal lijnen en een aantal kolommen. Op het snijpunt van iedere lijn en iedere kolom ontstaat een beeldpunt en het totale aantal beeldpunten is dan uiteraard gelijk aan het product van het aantal lijnen en het aantal kolommen. Ieder beeldpunt wordt gekarakteriseerd door een helderheidswaarde (voorgesteld door de luminantie-factor Y) en door een kleuren- of chroma-signaal. Beide signalen bevatten de rood-, groen- en blauw-waarden van de kleurtint van het punt. Door nu de drie elektronenstralen in een kleurenbeeldbuis deze matrix punt voor punt te laten reproduceren op het scherm en voor ieder punt de specifieke luminantie- en chroma-waarden in de stralen te moduleren ontstaat een reproductie van het beeld. Op deze manier werkt ieder beeld dat op een monitor wordt opgewekt.

Bij het systeem van de analoge TV wordt het beeld echter alleen vervat in een aantal horizontale lijnen die onder elkaar op het beeldscherm worden geschreven. Er zijn géén kolommen, zodat iedere lijn in principe een oneindig aantal beeldpunten zou kunnen bevatten. In de praktijk is dit echter niet het geval, want deze horizontale resolutie wordt begrensd door de bandbreedte van het uitgezonden signaal.

Bij televisie volgens de Europese PAL-norm wordt een beeld opgebouwd uit 625 horizontale lijnen. Deze worden van links naar rechts over de beeldbuis geschreven. Deze lijnen worden echter niet in één proces onder elkaar geschreven, maar ingedeeld in twee halve beelden. Het ene halve beeld bevat de even lijnen, het volgende halve beeld de oneven lijnen. Ieder half beeld wordt een "raster" genoemd. Beide halve beelden worden in elkaar gevlochten, zodat door de traagheid van het menselijke oog de indruk ontstaat dat er per twee opeenvolgende halve beelden van 312,5 lijnen één volledig beeld van 625 lijnen wordt geschreven, zie figuur 10-736.



Figuur 10-736: Non interlaced.

Dezelfde traagheid heeft als resultaat dat de 50 halve beelden per seconde als een redelijk flikkervrij verschijnsel op het scherm worden ervaren. Met opzet wordt "redelijk flikkervrij" geschreven, omdat in feite de beeldherhalingsfrequentie te laag is om op grote schermen een stabiel beeld te verkrijgen. Vandaar dat de nieuw ontwikkelde semi- of volledig digitale TV-systemen werken met een beeldherhalingsfrequentie van 100 Hz, de zogenaamde "enhanced resolution".

Het proces van 2 x 25 halve beelden op het scherm schrijven noemt men het "interliniëren" of "interlacen" van het beeld en dit is een van de belangrijkste eigenschappen en tevens een van de voornaamste beperkingen van het analoge TV-systeem, zoals zich dat in de loop der tijden ontwikkeld heeft.

Bij computers wordt tegenwoordig uitsluitend non interlaced gewerkt. Dankzij videobandbreedtes tot vér boven 100 MHz kan men zelfs in hoge resolutie systemen van 864 lijnen met ieder 1.152 beeldpunten non interlaced werken. Het resultaat is een absoluut flikkervrij beeld.

Non maskable interrupt NMI, een interrupt request IRQ7 naar de NMI-lijn van een Intel-processor. In tegenstelling tot een gewone interrupt kan een NMI nooit door de processor worden genegeerd. Een NMI heeft dus altijd absolute prioriteit. Lees ook bij "NMI".

Non Return to Zero Een digitaal opnamesysteem voor magnetische band, waarbij een "L" wordt voorgesteld door een niveau-wisseling in het signaal en een "H" door geen niveau-wisseling.

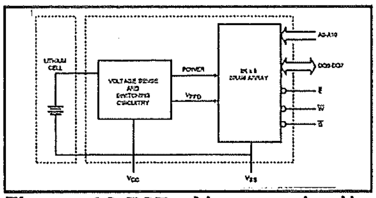
Non Return to Zero Inverted Een digitaal opnamesysteem voor magnetische tape, waarbij een "L" wordt voorgesteld door géén niveau-wisseling in het signaal en een "H" door één niveau-wisseling, bijvoorbeeld van "L" naar "H" of vice versa.

Non Uniform Memory Access Een bij multi-processor systemen toegepaste technologie

van geheugentoegang. De toegangstijd tot het geheugen hangt af van de plaats in het geheugen waar men naar schrijft of waar men uit leest. Een processor kan sneller communiceren met zijn lokaal geheugen dan met geheugen dat lokaal is voor een andere processor.

Non uniform quantising logarithmic compression Bij telefonie wordt compressie op het signaal toegepast. Om zo goed mogelijk tegemoet te komen aan de gevoeligheidscurve van het menselijk gehoor wordt deze compressie logaritmisch uitgevoerd. Een logaritmische compressie kan echter niet overweg met signaalniveaus van nul. Om dit probleem op te lossen wordt rond het nulniveau gebruik gemaakt van lineaire signaaloverdracht. Deze combinatie van logaritmische compressie en lineaire signaaloverdracht wordt "Non uniform quantising logarithmic compression" genoemd. Er zijn twee standaarden ontwikkeld die de overgang van lineaire signaaloverdracht naar logaritmische compressie definiëren: mu-law, toegepast in Amerika en A-law, een ITU-standaard.

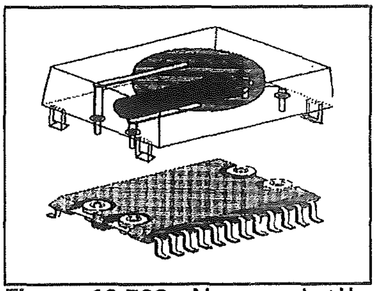
Non volatile geheugen Geheugen, waarin de opgeslagen gegevens niet verloren gaan als de voedingsspanning wordt uitgeschakeld. De meest voor de hand liggende voorbeelden van dit soort geheugens zijn natuurlijk floppies, harde schijven, CD-R's en tape-geheugens. Maar deze term wordt voornamelijk gebruikt in het kader van elektronische geheugens onder de vorm van chip's. Dan denkt men op de eerste plaats natuurlijk aan EPROM's en EEPROM's en flash-geheugens. Geheugens, waarbij de gegevens op een speciale manier onuitwisbaar in de chip worden opgeborgen en waar die gegevens alleen door belichting van de chip met ultra-violet licht of door het aanleggen van een grote wisspanning weer gewist kunnen worden. Maar tegenwoordig bestaan er ook non volatile RAM's: zero-Power SNAPHAT geheugens.
Steeds meer apparatuur wordt bestuurd door microprocessoren of microcontrollers. Dergelijke apparatuur heeft dus steeds een stuk microcode, firmware genoemd, nodig die er voor zorgt dat de microprocessor of -controller aan het werk kan. Dergelijke gegevens kunnen in EPROM's ingebrand worden of eenmalig ingelezen in flash-geheugens. Echter, vaak moeten gedurende de werking gebruikersgegevens vastgelegd worden. Statische RAM's zijn uiteraard, vanwege hun eenvoudige adressering en data-behandeling, in principe de beste geheugens om dergelijke gegevens in op te bergen. Het probleem van een statisch RAM is echter dat de gegevens verloren gaan als de voedingsspanning wegvalt. Natuurlijk bestaat de mogelijkheid in het apparaat een batterij in de bouwen, die het geheugen onder spanning houdt als de voeding wegvalt. Dit betekent voor de ontwerper echter extra werk.
Diverse halfgeleider fabrikanten hebben dit probleem ingezien en bieden tegenwoordig zogenoemde "Zero-Power" RAM's aan. Dat zijn gewone RAM's, die echter voorzien zijn van een eigen batterijtje. Dit batterijtje neemt de spanningsvoorziening van het geheugen over als de voedingsspanning wegvalt. Naast de batterij en het eigenlijke geheugen zijn dergelijke IC's uiteraard voorzien van een extra schakeling, die de voedingsspanning van het IC controleert en, bij een te lage waarde, automatisch overschakelt naar de ingebouwde batterij. Het blokschema van een dergelijke Zero-Power RAM kan dus voorgesteld worden als getekend in figuur 10-737.



Figuur 10-737: Non volatile geheugen (1).

In de meeste gevallen wordt de spanning betrokken uit een kleine lithium-cel, die voldoende capaciteit heeft om data- en clock-functies gedurende minstens tien jaar te kunnen uitvoeren bij afwezigheid van externe voedingsspanning. Er zijn verschillende systemen verzonnen om de cel in de behuizing van het geheugen te integreren. Dergelijke cellen zijn echter nogal gevoelig voor oververhitting, hetgeen problemen kan opleveren als men het IC in de print soldeert. SGS Thomson heeft daar een unieke oplossing voor verzonnen, die onder de naam "SNAPHAT" gepatenteerd is. Zoals uit figuur 10-738 blijkt, zit de lithium-cel in een "hoedje", dat na het solderen van het geheugen-IC op de behuizing van de chip geklikt kan worden. Hierbij zorgen vier pennetjes ervoor dat de noodzakelijke elektrische verbindingen tussen de chip en de cel automatisch tot stand komen. Op deze manier is men er zeker van dat de gevoelige lithium-cel niet

beschadigd kan worden door de hoge temperaturen, die bij het soldeerproces kunnen optreden.

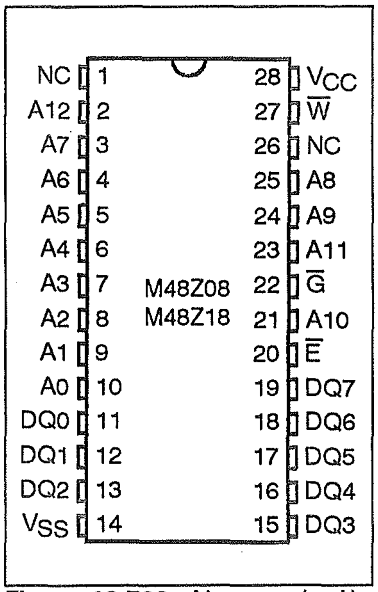


Figuur 10-738: Non volatile geheugen (2).

SGS Thomson levert een aantal Zero-Power statische RAM's met deze SNAPHAT-voorziening:

- M48Z08:
  8 k x 8, zowel voor DIL als voor SMD;
- M48Z18:
  8 k x 8, zowel voor DIL als voor SMD;
- M48Z35:
  32 k x 8, zowel voor DIL als voor SMD;
- M48Z58:
  8 k x 8, zowel voor DIL als voor SMD;
- M48Z59:
  8 k x 8, zowel voor DIL als voor SMD, met extra RESET-uitgang bij Power Fail.

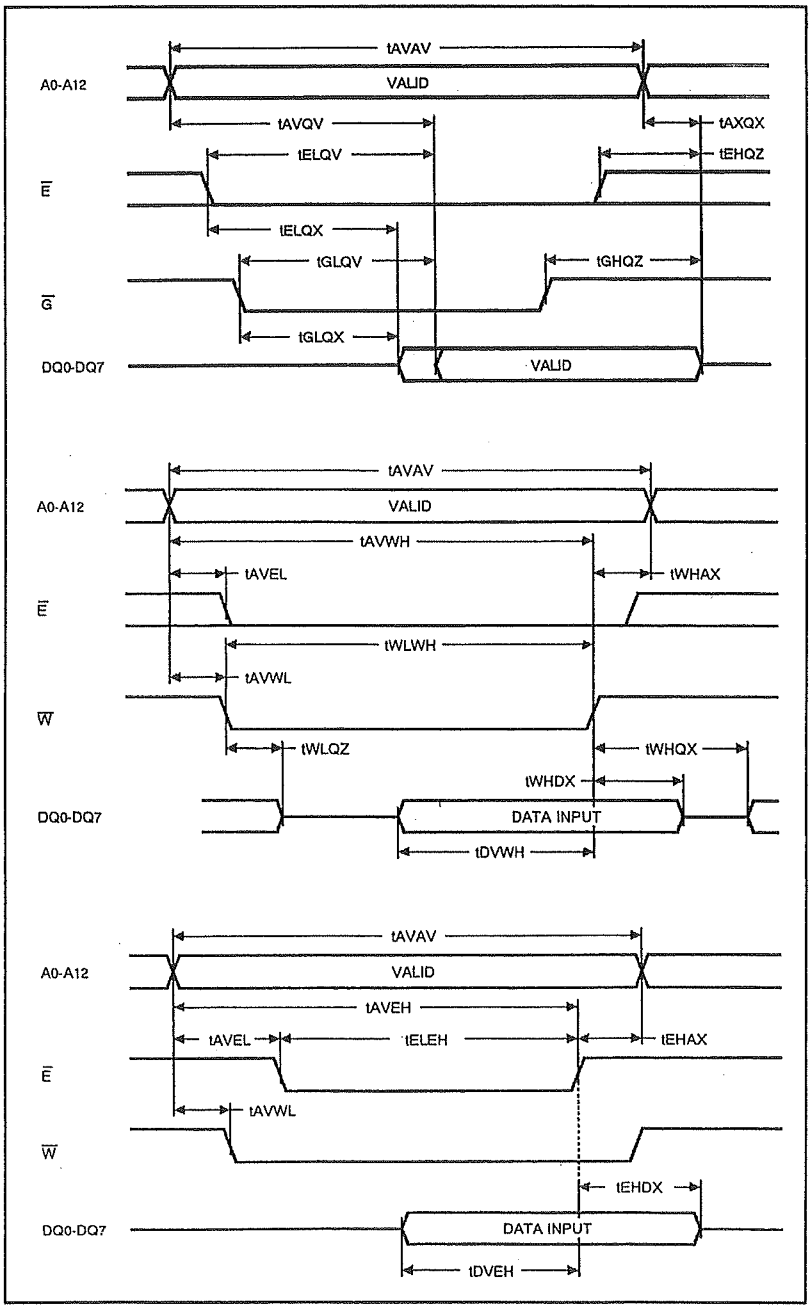
Als voorbeeld worden één type in het kort besproken, de overigen werken identiek. De M48Z08 is een 8 k x 8 bit non volatile statische RAM die penen functie-compatibel is met de MK48Z08. De monolithische chip is leverbaar in twee speciale behuizingen voor integratie met een lithium batterij om data gedurende tenminste elf jaar te kunnen vasthouden. De M48Z08 is een nietvluchtige vervanger van elke willekeurige JEDEC-standaard 8 k x 8 SRAM en kan ook in vele ROM-, EPROM- en EEPROM-sockets geplaatst worden. In figuur 10-739 zijn de aansluitgegevens van dit geheugen voorgesteld.



Figuur 10-739: Non volatile geheugen (3).

Net als bij een PROM wordt data vastgehouden, zonder beperking van het aantal schrijfcycli of speciale timing-eisen. De 28-pens 330-mil SO-behuizing heeft vergulde contacten om er een aparte SNAPHAT-behuizing die de batterij bevat op te plaatsen. De SNAPHAT kan maar op één manier worden gemonteerd. SO-behuizing en SNAPHAT worden apart geleverd. De M48Z08 is voorzien van een Power-Fail detectie-schakeling die constant de 5 V voeding in de gaten houdt. Zodra V_{cc} buiten de specificaties gaat, wordt de schrijf-beveiliging ingeschakeld waardoor het geheugen geen data meer kan opnemen. Als V_{cc} lager wordt dan 3 V, wordt de batterij ingeschakeld om de data te behouden tot de voedingsspanning terugkomt. Als de uitgangen actief worden vóór t_{AVQV}, zijn de signalen onbepaald. Veranderen de adressignalen terwijl $\overline{E}$ en $\overline{G}$ nog actief zijn, dan blijft de data nog geldig gedurende t_{AXQX} (Output Data Hold Time). Als $\overline{W}$ en $\overline{E}$ actief zijn bevindt de M48Z08 zich in de schrijfmode. Schrijven kan zowel geactiveerd worden met het $\overline{W}$-signaal (write enable) als met het $\overline{E}$-signaal (chip-enable). De schrijfcyclus begint op de laatst optredende achterflank van $\overline{W}$ of $\overline{E}$, terwijl het schrijven stopt op de eerst optredende stijgende flank. Het adres moet gedurende de gehele cyclus geldig zijn. Voorafgaande aan het begin van een nieuwe schrijfcyclus moet $\overline{E}$ of $\overline{W}$ minimaal gedurende t_{EHAX} na Chip Enable of t_{WHAX} na Schrijf Enable HOOG gaan. Data-in moet minimaal t_{DVWH} vóór het einde van de schrijfcyclus geldig zijn en tot t_{WHDX} geldig blijven. Tijdens de schrijfcycli dient $\overline{G}$ HOOG te blijven om busconflicten te vermijden. In figuur 10-740 zijn de timingen voor een lees-actie (boven) en voor beide schrijf-acties (onder) samengevat.

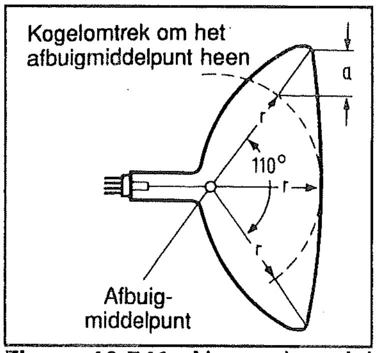
Wanneer een bruikbare V_{cc} is aangelegd, werkt de M48Z08 als een conventionele "byte-wide" statische RAM. Als de voedingsspanning daalt komt de "Power-Fail Deselect" automatisch in actie, waarbij de schrijf-beveiliging in het V_{cc}-gebied tussen $V_{PFD(max)}$ en $V_{PFD(min)}$ inschakelt. Alle uitgangen worden dan hoogimpedant en de ingangen "don't care". Komt V_{cc} beneden V_{SO}, dan wordt de interne batterij ingeschakeld om de data te behouden en de clock te bekrachtigen. Als de power-fail tijdens een schrijfcyclus optreedt, kan wel de data op het dan geldende adres beschadigd raken, maar niet de overi-



Figuur 10-740: Non volatile geheugen (4).

ge data in het geheugen. Het wordt aanbevolen V_{cc} te ontkoppelen. Wanneer V_{cc} weer boven V_{SO} uitkomt wordt V_{cc} op de RAM aangesloten, terwijl de batterij wordt losgekoppeld. De schrijf-beveiliging blijft ingeschakeld totdat V_{cc} hoger is dan $V_{PFD(max)}$. Gedurende deze tijd moet E HOOG blijven om onbedoeld schrijven te voorkomen.

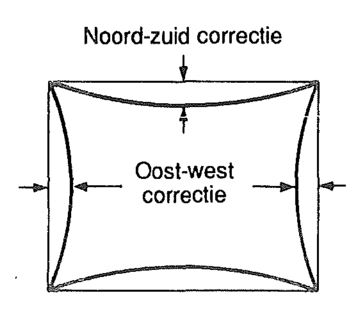
Noord-zuid correctie Een begrip uit de analoge TV-techniek, dat alles te maken heeft met bepaalde correctietechnieken die men moet toepassen om de beeldvervorming te minimaliseren. Het probleem ontstaat door het toegepaste afbuigsysteem van de elektronenstraal die het beeld op het scherm schrijft. Zoals voorgesteld figuur 10-741 wordt de elektronenbundel afgebogen vanaf een zogenaamd afbuigmiddelpunt, centraal gelegen in het stelsel van twee afbuigspoelen rond de hals van de beeldbuis. De lineair toenemende afbuigstroom levert evenredig daarmee veranderende afbuighoeken. De elektronenbundel zou dus eigenlijk op een kogelvormig beeldscherm moeten worden geprojecteerd met een straal r. Dan zou de afstand van het afbuigmiddelpunt tot alle plaatsen op het beeldscherm even groot zijn en zou er géén beeldvervorming ontstaan.



Figuur 10-741: Noord-zuid correctie (1).

Het beeldscherm is echter uiteraard veel vlakker. Een op de rand van het beeldscherm gerichte elektronenstraal moet dus een langere weg afleggen dan een op het midden gerichte straal, omdat het beeldscherm vlakker is dan de kogelomtrek die overal dezelfde straal r heeft. Ten gevolge van de grotere afstand naar de beeldschermrand, gaat de straal verder naar buiten dan

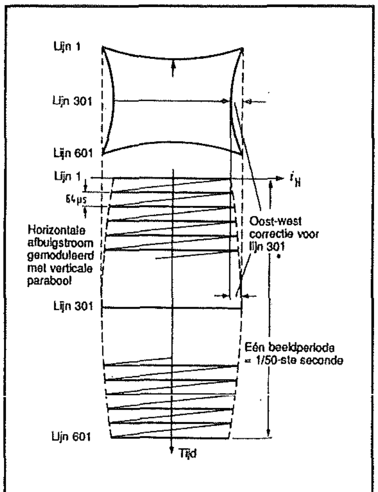
eigenlijk de bedoeling is en wel met de lengte a. In de beeldhoeken zijn de afbuighoeken ten opzichte van het midden het grootst en dus de fouten ook. Uit de figuur blijkt dat de afwijkingen a in de uiterste hoeken van het scherm zeer groot zijn.
Wanneer op het beeldscherm een perfecte rechthoek wordt afgebeeld, dan wordt deze door het besproken verschijnsel kussenvormig vertekend. Op de hoeken die het verst van het middelpunt zijn verwijderd, ontstaan kussenpunten, zie figuur 10-742. Kussenvervorming houdt in dat de lijnen aan de boven- en onderkant gebogen en in het midden te kort zijn. Deze gekromde lijnen worden in de wiskunde met parabolen aangeduid. Het zijn krommen die ontstaan bij het schuin doorsnijden van een kegel. De elektronenstraal beschrijft immers bij het schrijven van een lijn een kegelvlak, dat van het schermvlak wordt gesneden.



Figuur 10-742: Noord-zuid correctie (2).

De boogvormige kussenkanten moeten daarom weer recht worden getrokken. Dit wordt gedaan met behulp van de zogenaamde noord-zuid en oostwest correcties. Deze correcties worden uitgevoerd door extra stroom door de afbuigspoelen te sturen. De stromen verlopen dan niet helemaal zaagtandvormig meer met een lineair stijgende flank, maar tegengesteld gekromd om de kussenkanten recht te trekken. Deze beïnvloeding van de stijgende flanken vertoont overeenkomsten met de lineariteitsinstelling of tangenscorrectie bij zwart/wit beeldbuizen.

Oost-west correctie
Figuur 10-743 toont een gelijkmatige kussenvervorming, veroorzaakt door het vlakke beeldscherm. Eerst wordt de noodzakelijke oost-west correctie besproken. Voor de eenvoud wordt uitgegaan van een beeld dat uit 601 lijnen is samengesteld.

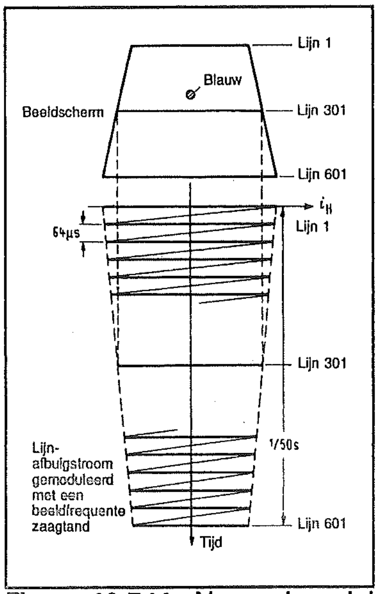


Figuur 10-743: Noord-zuid correctie (3).

De bovenste lijn (1) is te lang en zakt naar beneden door. De middelste lijn (301) is weliswaar recht, maar te kort. De onderste lijn (601) is weer te lang en naar boven gekromd.
Het eerste belangrijke verschijnsel om te corrigeren is de lijnlengte. Worden in het midden de lijnamplituden elektronisch groter gemaakt dan boven en beneden, dan kunnen oost-west fouten worden gecorrigeerd. Daartoe moeten volgens figuur 10-743 tijdens één beeldperiode de amplituden van de lijnafbuigstroom zodanig worden gemoduleerd, dat lijn 301 precies de aangegeven oost-west correctie langer is dan de lijnen aan de bovenste en onderste beeldrand. De omhullende modulatiekromme moet de vorm van een tegengesteld aan de kussenvervorming liggende parabool hebben. Uit de optische vervorming op het beeldscherm en de elektronische voorvervorming van de lijnafbuiging ontstaan dan als gemiddelde waarden lineaire, loodrechte zijkanten van het beeldraster.
De paraboolvormige extra correctiestromen moeten bij elke beeldwisseling worden herhaald. De frequentie komt dus overeen met de rasterfrequentie en daarom worden de stromen van het verticale afbuigdeel betrokken. Voor oost-west correctie moet zodoende de horizontale afbuigstroom, die in de lijn eindtrap is opgewekt, in amplitude worden gemoduleerd met de beeldfrequentie. De voor het moduleren noodzakelijke paraboolvormige spanningen worden door het integreren van de rasterimpulsen opgewekt.

Trapezium correctie
Een rechthoek wordt niet alleen kussenvormig vertekend, maar er treedt ook een trapeziumachtige vervorming op. Dit komt bij het blauwe afbuigsysteem bijvoorbeeld door het feit, dat dit systeem iets boven de middenas van de buis zit. De straal moet tot de onderste rand een iets langere weg afleggen, dat wil zeggen hij gaat verder naar buiten en lijn 601 is dus langer dan lijn 1. In figuur

10-744 is dit overdreven voorgesteld. De werking van de correctie van deze trapeziumvervormingen is gemakkelijk te begrijpen. Bij een aan de onderkant breed trapezium op het beeldscherm (lijn 601) moet de lijnafbuigstroom tijdens een beeldperiode met een tegengesteld verlopende zaagtand worden gemoduleerd, zoals onder in figuur 10-744 is aangegeven. De elektrisch verkorte lijnamplitude, dat wil zeggen de kleinere afbuigstroom, geeft dan ook een optisch verkorte lijn op het beeldscherm, de trapeziumzijde wordt korter.

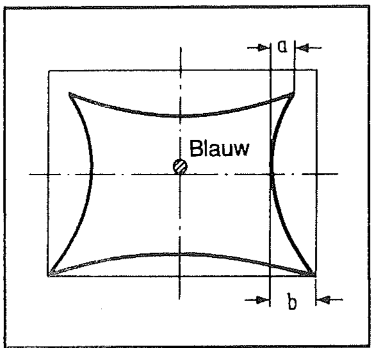


Figuur 10-744: Noord-zuid correctie (4).

Heeft het trapezium bovendien kussenvormig vertekende zijden, dan moet tegelijkertijd met paraboolvormige en zaagtandstromen worden gemoduleerd. Het hele correctiesysteem is zodanig ontworpen, dat servicetechnici routinematig kunnen trimmen zonder acht te hoeven slaan op de vorm van de correctiestromen. Ze hoeven slechts via het beeldscherm te controleren of bij het verdraaien van de afregelelementen het roosterpatroon rechtlijnig en parallel wordt.

Gecombineerde correctie

In figuur 10-745 zijn de twee vervormingen voor een blauwe rechthoek getekend, namelijk de kussenvervorming en de trapeziumvervorming, die ontstaat omdat het straalsysteem voor blauw iets boven de middellijn van het beeldscherm ligt.

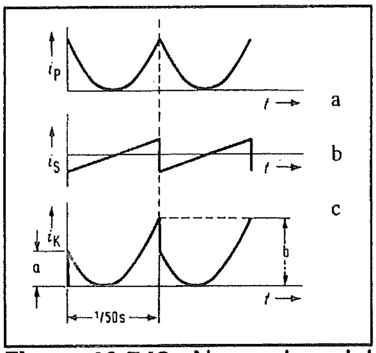


Figuur 10-745: Noord-zuid correctie (5).

De bovenste kant van de rechthoek wordt hierdoor met de lengte a langer dan de horizontale middellijn. De onderste beeldkant is met de lengte b nog verder uitgerekt. Om de verhoudingen duidelijk te maken, zijn de vertekeningen overdreven groot weergegeven.

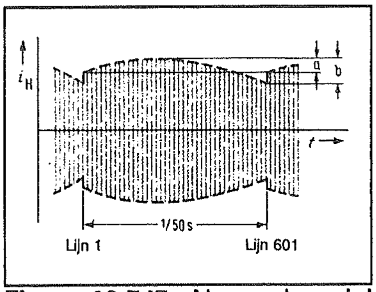
Om deze in lengte verschillende lijnen over de beeldhoogte heen weer even lang te maken, moet een paraboolvormige stroom op een zaagtandstroom worden gesuperponeerd. Met de resultante hiervan moet de lijnafbuigstroom worden gemoduleerd.

Het ontstaan van dit somsignaal is in figuur 10-746 weergegeven. De paraboolvormige stroom (a) wordt door het integreren van rasterimpulsen opgewekt. De zaagtandvormige stroom (b) kan uit het verticale afbuigdeel worden betrokken. Door optellen ontstaat de kromme (c). Op tijdstip 0, dus aan de bovenste beeldrand, heeft de kromme ten opzichte van de referentielijn de verhoging a. Aan het eind van het beeld, dat wil zeggen aan de onderste beeldrand, heeft deze verhoging de waarde b. Deze is groter dan a, zoals dat volgens figuur 10-745 noodzakelijk is.



Figuur 10-746: Noord-zuid correctie (6).

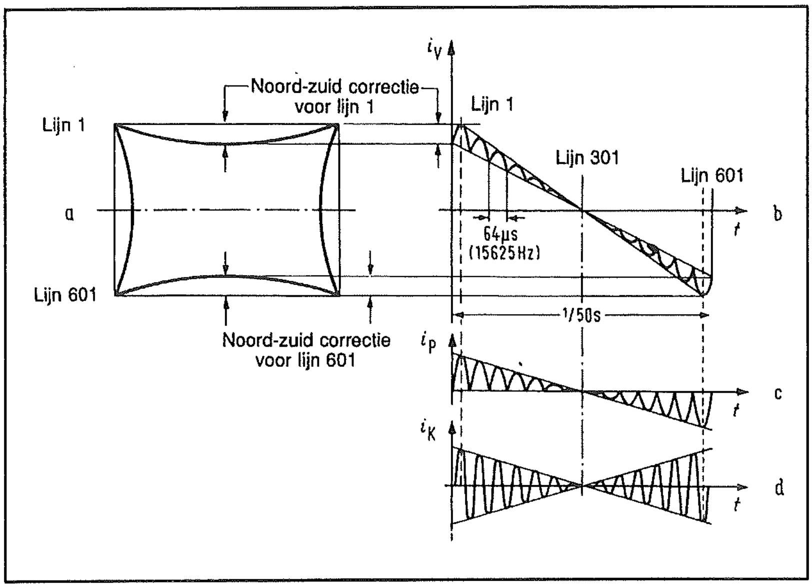
Na modulatie van de lijnafbuigstroom met deze correctiestroom ontstaat het verloop volgens figuur 10-747. Ten opzichte van de vorige figuren is de tijdas nu horizontaal geplaatst, net als bij het afbeelden van diagrammen op een oscilloscoop.



Figuur 10-747: Noord-zuid correctie (7).

Noord-zuid correctie

De noord-zuid correctie van figuur 10-748 ziet er tamelijk ge-



Figuur 10-748: Noord-zuid correctie (8).

compliceerd uit, maar is dat in feite niet. Meestal wordt bij de kleurenbeeldbuis de elektronenstraal of de stralenbundel tijdens de verticale afbuiging met een continu verlopende zaagtandstroom van boven naar beneden gestuurd. De eerste lijn zakt echter op het beeldscherm in het midden door.

Daarom moet tijdens de duur van lijn 1 dit 64 µs durende zaagtandje een zetje naar boven krijgen, ook weer in de vorm van een tegengestelde parabool. Deze noord-zuid correctie in het midden van de eerste lijn moet elektronisch precies de optische vertekening op het beeldscherm compenseren. Bij de volgende lijnen wordt deze paraboolcorrectie steeds geringer en bij lijn 301 hoeft niets meer te worden gecompenseerd want deze is al rechtlijnig. Naar de onderste beeldrand toe herhaalt het proces zich in omgekeerde richting. De verticale afbuigstroom moet met omgekeerde parabolen worden gemoduleerd om de noord-zuid vertekeningen op te heffen.

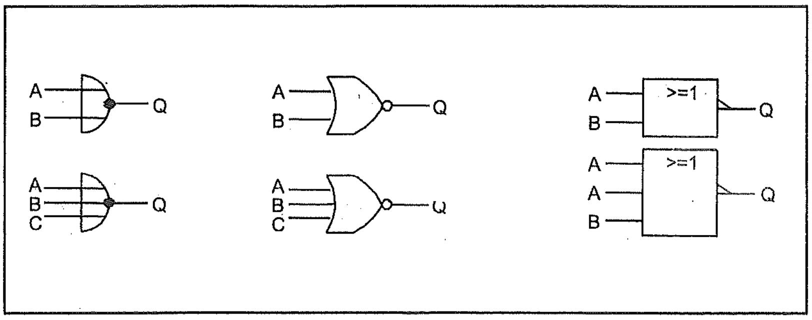
In (c) is het verloop van de paraboolstroom afzonderlijk getekend. Zoals hieruit blijkt, wisselt het plus/min-teken van de paraboolspanning bij de nuldoorgang van de zaagtandvormige kromme. De tijdverdeling voor de lijnfrequente paraboolspanning is in deze figuren erg grof, om het verband te verduidelijken. In werkelijkheid vallen er natuurlijk circa 600 lijnparabolen binnen één beeldperiode.

Het is niet gemakkelijk om uit de relatief hoge lijnfrequentie van 15.625 Hz paraboolstromen te verkrijgen door middel van integreren. Gelukkig is het voldoende als de trillingstrein van (d) lijkt op de paraboolvorm van (c). Wel dient deze ook na de nuldoorgang over de juiste fasepositie te beschikken.

Deze trillingstrein hoeft niet door het integreren van de lijnimpulsen te worden verkregen, maar wordt opgewekt via een hulpresonantiekring. De uitgangswikkeling van de raster-uitgangstransformator wordt bijvoorbeeld met behulp van een condensator op deze frequentie afgestemd en de kring wordt door middel van lijnimpulsen aangestoten. De trillingen worden dan op de gewenste manier als in (d) op de beeldafbuigstroom gesuperponeerd.

Bron: *Televisietechniek, Kluwer, 1991*

NOR Een poortschakeling uit de digitale elektronica met meerdere ingangen en slechts één uitgang. De spanning op de uitgang is "H" als alle ingangen "L" zijn. Als een of meerdere ingangen "H" worden, dan gaat de uitgang naar "L". In figuur 10-749 zijn de drie tekensymbolen voor de NOR weergegeven. Het linker symbool mag volgens de internationale standaarden in feite niet meer gebruikt worden. Het rechter symbool is het moderne door DIN 40700 genormde symbool.



Figuur 10-749: NOR (1).

De Boolse vergelijking van de NOR is:

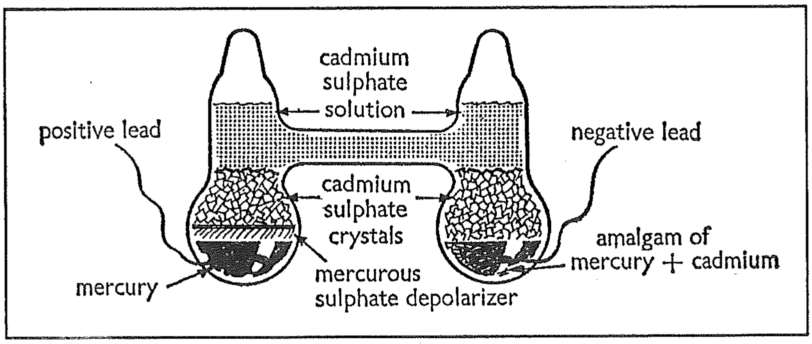
$Q = \overline{A + B + C}$

De waarheidstabel van een NOR met twee ingangen is voorgesteld in figuur 10-750.

A	B	C	Q
L	L	L	H
H	X	X	L
X	H	X	L
X	X	H	L

Figuur 10-750: NOR (2).

Normaal element Een galvanische cel, waarvan de elektromotorische kracht EMK (de afgegeven spanning) zeer constant is bij een gegeven temperatuur en belastingsstroom. Een normaal element wordt gebruikt voor het ijken van digitale meetinstrumenten. Het meest toegepaste normaal element is de Weston-cel, zie figuur 10-751, waarvan de negatieve pool bestaat uit cadmiumamalgaam, de positieve pool uit kwik bedekt met mercurosulfaat en het elektroliet uit een bij 4 °C verzadigde oplossing van cadmiumsulfaat. De EMK die de cel levert bedraagt 1,0183 V, de temperatuurscoëfficiënt is slechts 0,04 mV/°C en de lange termijn stabiliteit is <0,01 % over meerdere jaren.

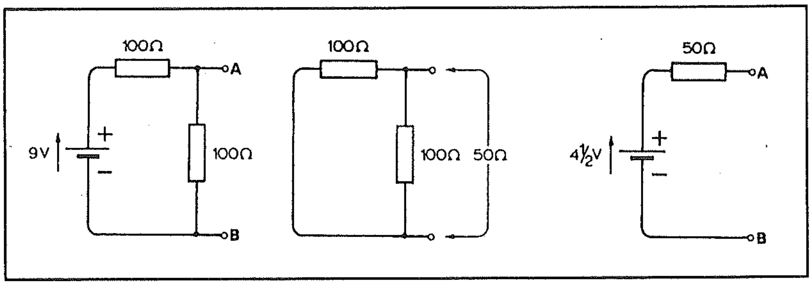


Figuur 10-751: Normaal element.

Norton theorema Een theorie uit de theoretische elektriciteitsleer, waarmee men ingewikkelde kringen kan vereenvoudigen. Om iets te begrijpen van het theorema van Norton, moet men echter eerst vertrouwd zijn met het theorema van Thévenin.

Theorema van Thévenin

Het theorema van Thévenin geeft een handige methode om netwerken, die bestaan uit spanningsbronnen en weerstanden, te vereenvoudigen. Thévenin stelt dat iedere gesloten lus in een netwerk vervangen kan worden door de serieschakeling van een zuivere spanningsbron en een serieweerstand. Die eenvoudige schakeling zal zich dan, naar de buitenwereld toe, net zo gedragen als de oorspronkelijke gesloten lus. In de elektronica spreekt men van ***"het opstellen van een equivalente schakeling"***, een belangrijke methode om ingewikkelde schakelingen te vereenvoudigen tot zij zeer inzichtelijk zijn geworden. In figuur 10-752 wordt dit theorema op een eenvoudig voorbeeldje toegepast.



Figuur 10-752: Norton theorema (1).

In deze figuur is uiterst links een gesloten lus getekend, die deel uitmaakt van een ingewikkeld netwerk. Die gesloten lus is via de punten A en B met de rest van dat netwerk verbonden. Uiterst rechts is getekend hoe Thévenin deze gesloten lus vereenvoudigt tot een bron en een serieweerstand. Het omzetten gaat in twee fasen, waarbij men meestal de wetten van Kirchhoff moet toepassen.

- Fase 1

  Bereken de spanning die tussen de punten A en B aanwezig is, zonder dat de lus door iets anders belast wordt. In het eenvoudige voorbeeld blijkt onmiddellijk dat de spanning tussen de punten A en B gelijk is aan 4,5 V.
- Fase 2

  Vervang alle spanningsbronnen in de gesloten lus door een kortsluiting en bereken dan de weerstand die tussen de punten A en B gemeten kan worden. In dit simpele geval is het overduidelijk dat die weerstand gelijk is aan 50 Ω, want als men de bron kortsluit staan de twee weerstanden van 100 Ω parallel geschakeld.

(wordt vervolg)

De gesloten lus kan nu vervangen worden door een equivalent schema, bestaande uit de berekende spanningsbron in serie met de berekende weerstand.

Theorema van Norton

Ook het theorema van Norton is een methode om ingewikkelde gesloten lussen te vervangen door eenvoudigere equivalente schakelingen. Nu bestaat de equivalente schakeling echter uit de parallelschakeling van een stroombron en een weerstand. In figuur 10-753 wordt als voorbeeld dezelfde gesloten lus als die van Thévenin omgezet in een Norton-schakeling.

Ook nu gaat het omzetten in twee fasen.

- Fase 1

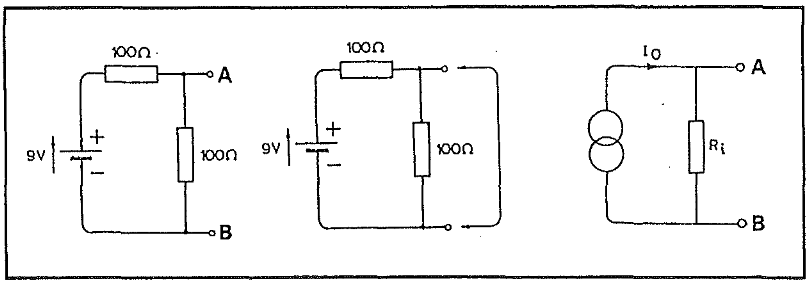
  Sluit de klemmen A en B van de gesloten lus kort en bereken de stroom die in deze kortsluiting zal lopen. Dit is voorgesteld in het middelste schema. In het voorbeeld zal de stroom 9 V gedeeld door 100 Ω is gelijk aan 90 mA zijn. Deze stroom wordt I_0 genoemd.
- Fase 2

  Bereken nu weer de totale weerstand van de gesloten lus, door alle spanningsbronnen kort te sluiten en middels de wetten van Kirchhoff de vervangingsweerstand tussen de punten A en B te berekenen. Deze weerstand wordt R_i genoemd. In het voorbeeld is deze weerstand gelijk aan 50 Ω.

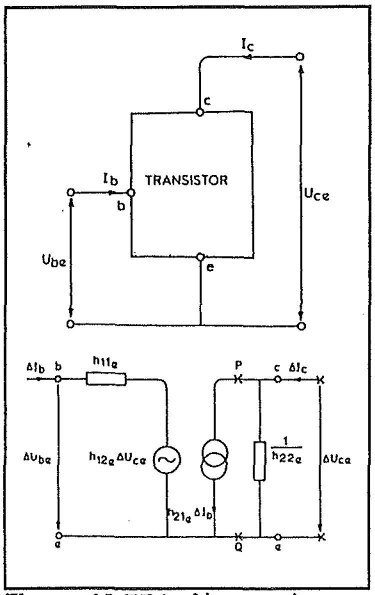
Het Norton-equivalent van de gesloten lus bestaat dus uit de parallelschakeling van een stroombron die 90 mA levert en een weerstand van 50 Ω.

Thévenin en Norton in de praktijk

Beide theorema's lijken op het eerste zicht voer voor theoretici. Dat is echter absoluut niet het geval. Met Thévenin en Norton kan men bijvoorbeeld een transistortrap voorstellen door een vierpool, waar de vier parameters van de halfgeleider (h_{11}, h_{12}, h_{21} en h_{22}) in verwerkt zijn. De resultaten van deze vereenvoudigingen zijn voorgesteld in figuur 10-754.



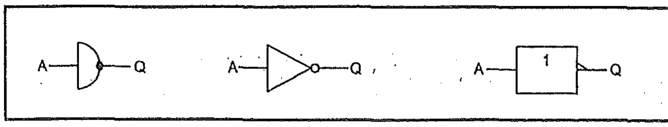
Figuur 10-753: Norton theorema (2).



Figuur 10-754: Norton theorema (3).

Uit deze figuur blijkt duidelijk dat de ingangskring (basis) kan gereduceerd worden tot een Thévenin-equivalent, bestaande uit een weerstand H_{11} en een spanningsbron $h_{12}.\Delta U_{ce}$. De uitgangskring (collector) kan voorgesteld worden door een Norton-equivalent, opgebouwd uit een stroombron $h_{21}.\Delta I_b$ en een weerstand $1/h_{22}$. Dank zij deze vereenvoudigingen tot equivalenten is het mogelijk de eigenschappen van de trap, zoals versterkingsfactor, ingangs- en uitgangsimpedantie, gemakkelijk te berekenen.

NOT Een poortschakeling uit de digitale elektronica met één ingangen en één uitgang. De spanning op de uitgang is "H" als de ingang"L" is. De spanning op de uitgang is "L" als de ingang"H" is. De NOT is dus een logische inverter die het logisch niveau op de ingang omzet in de inverse waarde. In figuur 10-755 zijn de drie tekensymbolen voor de NOT weergegeven. Het linker symbool mag volgens de internationale standaarden in feite niet meer gebruikt worden. Het rechter symbool is het moderne door DIN 40700 genormde symbool. De waarheidstabel van de NOT is uiterst rechts weergegeven.

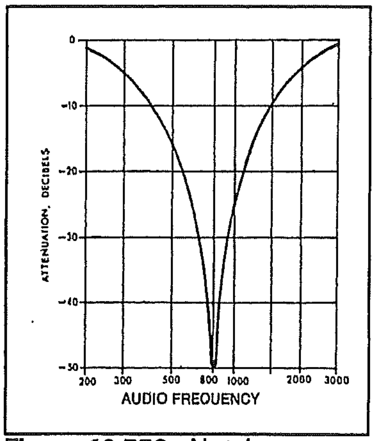


E	Q
L	H
H	L

Figuur 10-755: NOT.

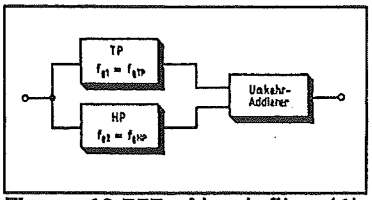
De Boolse vergelijking van de NOT is:
$Q = \overline{A}$

Notch Een "dip" in de frequentieweergave van een systeem, bijvoorbeeld als gevolg van het tussenschakelen van een zéer smalbandig bandsper filter. In LF-systemen bestaat zo'n filter uit actieve RC-filters, in HF-systemen uit actieve of passieve LC-filters. In figuur 10-756 is de weergavekarakteristiek van een systeem met een "notch" bij 800 Hz voorgesteld.



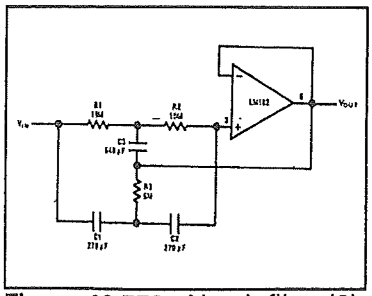
Figuur 10-756: Notch.

Notch filter Ander woord voor bandsper filter. Net zoals bij banddoorlaat filters kan men ook bij bandsper filters onderscheid maken tussen brede en smalle filters. De brede filters kunnen weer samengesteld worden uit een combinatie van een laagdoorlaat en een hoogdoorlaat filter. Voor smalle bandsper filters zijn weer schakelingen beschikbaar die gebruik maken van slechts één operationele versterker.
Het basisprincipe van een breedband notch filter is getekend in figuur 10-757. Het laagdoorlaat filter TP en het hoogdoorlaat filter HP zijn min of meer parallel geschakeld. De twee filters worden door het te filteren signaal gestuurd. De uitgangen van de twee filters gaan nu echter naar een verschilversterker.



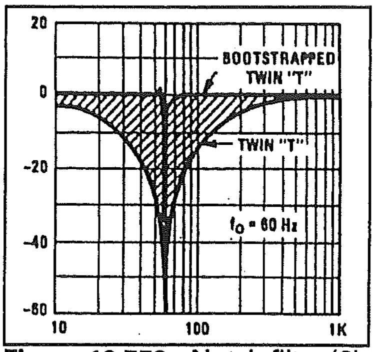
Figuur 10-757: Notch filter (1).

In de amplitude-karakteristiek van een dergelijk filter zijn twee afsnijfrequenties aanwezig. Het grote verschil met het banddoorlaat filter is echter dat de afsnijfrequentie van het hoogdoorlaat filter nu ***groter*** is dan deze van het laagdoorlaat filter!
Het basisschema van een smalbandig notch filter is getekend in figuur 10-758. De operationele versterker is als spanningsvolger geschakeld en koppelt de uitgangsspanning terug naar het filter netwerk. Het filter bestaat uit drie weerstanden en drie condensatoren, die onder de vorm van twee T-netwerken parallel geschakeld worden. De uitgang van het filternetwerk is het knooppunt van de weerstand R3 en de condensator C3. Door de terugkoppeling via de operationele versterker, een techniek die "bootstrapping" wordt genoemd, wordt de kwaliteitsfactor opgevoerd tot 50.



Figuur 10-758: Notch filter (2).

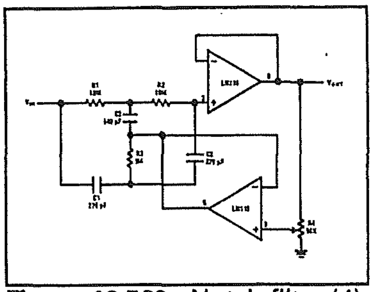
Hoe dramatisch de invloed van de terugkoppeling is op de kwaliteitsfactor van het filter blijkt uit de grafieken in figuur 10-759. De gearceerde amplitude-karakteristiek geeft de doorlaatcurve van een passief filter, dus zonder de terugkoppeling via de operationele versterker. De smalle piek in het midden van het gearceerde deel is de weergave-karakteristiek van het filter mét operationele versterker.



Figuur 10-759: Notch filter (3).

De berekening van de filterfrequentie is erg eenvoudig. Over het algemeen neemt men aan dat:
R1 = R2 = 2.R3
en
C1 = C2 = C3/2
Onder deze voorwaarden wordt de centrale filterfrequentie gegeven door de formule:
$f_c = 1/(2.\pi.R1.C1)$
Door de mate van terugkoppeling te variëren kan men de eigenschappen van het filter beïnvloeden. Maar dan moet men wel, zoals getekend in figuur 10-760, een tweede operationele versterker inschakelen. Deze tweede operationele versterker is noodzakelijk omdat het knooppunt tussen R3 en C3 uit een zo laag mogelijke en constante impedantie aangestuurd moet worden. Zonder de tweede operationele versterker zou de loperweer-

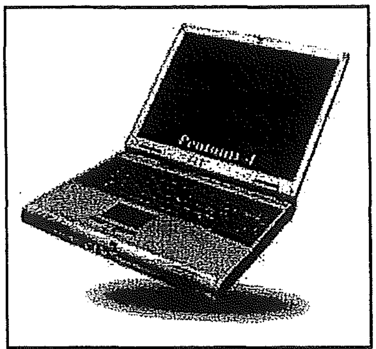
stand van R4 een rol spelen bij de karakteristieken van het netwerk. Hetgeen tot gevolg zou hebben dat de filterfrequentie afhankelijk wordt van de instelling van de kwaliteitsfactor!



Figuur 10-760: Notch filter (4).

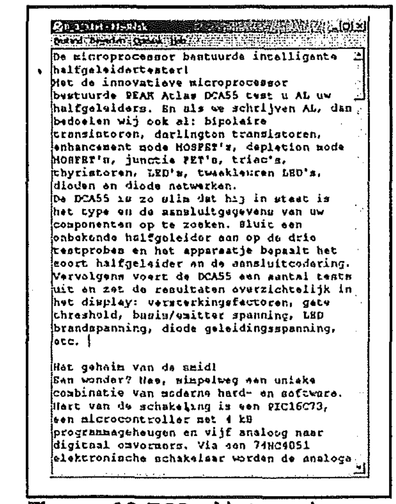
De operationele versterker zorgt nu echter voor een te verwaarlozen impedantie, zodat het afregelen van de kwaliteitsfactor geen invloed heeft op de waarde van de filterfrequentie. Met de getekende schakeling kan men de kwaliteitsfactor van het notch filter variëren tussen 0,3 en 50. Hetgeen, grafisch bekeken, ongeveer overeen komt met de twee uitersten die in de grafiek van figuur 10-759 zijn voorgesteld.

Notebook Tegenwoordig algemeen aanvaarde benaming voor een draagbare computer. In eerste instantie was een notebook, zie figuur 10-761, een draagbaar apparaatje zonder harde schijf waarmee men minimale kantoorwerkzaamheden kon uitvoeren, zoals korte berichten schrijven, adressenbestanden organiseren enzovoort. De data werden opgeslagen in een intern geheugen en konden via een kabel overgedragen worden op een PC. Met de miniaturisering van voornamelijk harde schijven en de ontwikkeling van hoge resolutie LCD-schermen stond niets de evolutie van notebook naar volwaardige draagbare PC in de weg.



Figuur 10-761: Notebook.

Notepad De primitieve tekstverwerker die nog steeds bij alle versies van Windows wordt geleverd, in de Nederlandse versie "Kladblok" geheten. Met Notepad kan men kleine zuivere tekstbestanden maken en bewerken, zie figuur 10-762.



Figuur 10-762: Notepad.

Novell netware Novell Netware is een product van Novell en omvat een groot aantal kleine onderdelen die in het geheel een bedrijfssysteem of Operating System (OS) vormen. Iets nauwkeuriger gezegd is Novell Netware een NOS, een Network Operating System, omdat het namelijk niet gebruikt kan worden als een normaal besturingssysteem. Het draait op een server (meestal een computer die speciale eigenschappen heeft van een server, om het zwaardere werk zoals file-sharing, database-beheer en dergelijke aan te kunnen) en dient ter authorisatie van gebruikers. Deze authorisatie zorgt ervoor dat elke gebruiker die inlogt, recht krijgt op de programma's en data die hij/zij daadwerkelijk mag gebruiken. Hierdoor kan men een mooi onderscheid maken tussen de "standaardgebruikers" en gebruikers met meer permissies (rechten).

Voornamelijk het onderscheid tussen beheerders, directie en "normale" gebruikers wordt in de praktijk vaak gemaakt. De achterliggende reden is dat de "normale" gebruikers op die manier niets, met of zonder opzet, corrupt kunnen maken. De groep "normale" gebruikers hebben meestal standaardrechten tot de algemene data. Directie en beheerders daarentegen zullen vaak toegang hebben tot meer beschikbare data (denk aan bedrijfsgevoelige gegevens).

De meest bekende versies van Novell Netware zijn 3.12, 4.11, 5, 5.1 en momenteel ook versie 6. Versie 3.12 en 4.11 beginnen een beetje te verouderen, voornamelijk wat betreft de ondersteuning van nieuwe computers en uitbreidingskaarten.

Novell Netware werkt met "scripts". Een script is een reeks van commando's samengevat in een bestand. Meestal wordt een script uitgevoerd bij het inloggen of op een bepaald tijdstip door middel van een zogenaamd "schedule"-programma. Bij Novell wordt een script uitgevoerd nadat de gebruiker ingelogd is. Binnen de wereld van Novell kent men drie typen scripts:

- User loginscript

Het user loginscript is afhankelijk van de gebruiker die inlogt. Elke gebruiker kan zijn eigen loginscript hebben met specifieke commando's.

- Default loginscript
  Dit script wordt uitgevoerd indien het user loginscript leeg is. De standaard drive-mappings zullen dan aangemaakt worden. Om het default loginscript niet uit te voeren, moet men de regel "NO_DEFAULT" toevoegen aan het user login script of aan context loginscript.
- Context loginscript
  Ook is het mogelijk om een loginscript toe te passen om een bepaalde context. Bijvoorbeeld op een complete groep, een compleet bedrijf, etc.

Meestal kan men gebruikers (lees: de clients) de mogelijkheid geven om extra schijfletters te gebruiken die verwijzen naar een locatie op de Novell-server. Men kan door middel van een "mapping" elke gebruiker een eigen home-directory geven waarop hij/zij persoonlijke data neer kan zetten.

Het toekennen van een home-directory kan bijvoorbeeld met de volgende regel: MAP ROOT H:=SYS:HOME\%user_name.

De schijfletter H wordt hier toegekend aan de subdirectory met de naam van de gebruiker in de HOME-directory op het SYS-volume.

Novell Netware is een prachtig server-systeem, van huis uit robuust en snel. De laatste jaren is het echter helaas wat de markt uit gedrukt door Microsoft en door de Unix-achtigen welk front gered is door de komst van Linux. NetWare heeft wat té lang gewacht met zich te ontwikkelen tot een goed Internet-platform, maar deze achterstand is met de laatste versie volledig weggewerkt.

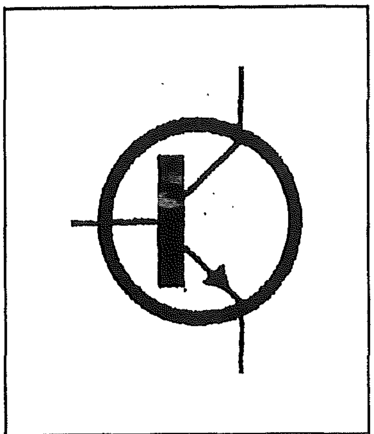
Nadeel van Netware is wél dat er een bepaalde studie is vereist om zo'n systeem te kunnen beheren. Maar dat is ook het geval met Microsoft serversoftware, al denken veel mensen dat met wat oppervlakkige Windows-kennis een Windows-server zo even te beheren is. Naast NetWare biedt Novell nog een groot aantal aanvullende producten. De NDS/eDirectory is een relatief goedkope DirectoryService die ook draait op Windows en Unix-achtige servers. Ook een goed product is ZenWorks, waarmee de Windows-desktops eindelijk fatsoenlijk beheerd kunnen worden.

De voornaamste karakteristieken van Novell Netware op een rijtje:

- Automatische en veilige synchronisatie van bestanden op alle computers of andere netwerk- of internetapparaten met Novell iFolderTM.
- Printen vanaf een willekeurige lokatie naar een willekeurige andere lokatie met doe-het-zelf printerconfiguratie dankzij Novell iPrint.
- Direct beheer via een browser en snellere, goedkopere dienstverlening aan klanten vanaf een willekeurige locatie met NetWare Remote Manager.
- E-mail sturen en ontvangen via internet, een bedrijfsnetwerk of een draadloze verbinding met GroupWise.
- Gepersonaliseerde desktops voor medewerkers die werkstations delen met ZENworks for Desktops.
- Betere IT-aanschafplanning met de nauwkeurige hardware- en software-inventaris van ZENworks for Desktops.
- Elektronisch faxen vanaf alle desktops met Tobit Faxware.
- Eenvoudig verbinding zoeken met internet serviceproviders met Novell Internet Connection Expert (NICE).
- Systeemgebruikers, printers of gebruikersgroepen toevoegen met Novell Easy Administration Tool (NEAT).
- Bedrijfsgegevens beschermen tegen hackers en onbevoegde netwerkgebruikers met BorderManager Firewall Services.
- Veilige toegang tot vertrouwelijke bedrijfsgegevens voor medewerkers vanaf een willekeurige internetlocatie met het Virtual Private Network (VPN) van BorderManager.
- Reservekopieën van bedrijfsgegevens veilig opslaan op laptops met Novell iFolder.
- Server en werkstations beschermen tegen virussen met NetShield en VirusScan van Network Associates, inclusief bijgewerkte antiviruslijsten die men eenvoudig kan downloaden.
- Gebruikerstoegang beperken tot geschikte internetsites met de filterfunctie CyberPatrol van BorderManager.
- Systeemtoepassingen veilig per groep of individuele gebruiker toewijzen, distribueren en beheren met ZENworks for Desktops.
- Kapitaalinvesteringen beschermen met een elektronische inventaris van hardware, software en systeemgeheugen met ZENworks for Desktops.
- Veilig e-mail zenden en ontvangen met de encryptiefunctie van GroupWise.
- Snelle Internettoegang met de proxy- en cachingfuncties van BorderManager Firewall Services.

- Onmiddellijk toegang tot de laatste versie van datafiles met Novell iFolder.
- Snel de dichtstbijzijnde printer lokaliseren en installeren met Novell iPrint.
- Vergaderingen, hulpmiddelen en taken plannen met GroupWise.

NPN-transistor Algemene benaming voor een bipolaire transistor waarbij de emitter- en collectorlagen zijn vervaardigd uit n-type halfgeleidermateriaal en de basis uit p-type halfgeleidermateriaal. Het symbool van een NPN-transistor is voorgesteld in figuur 10-763.



Figuur 10-763: NPN-transistor (1).

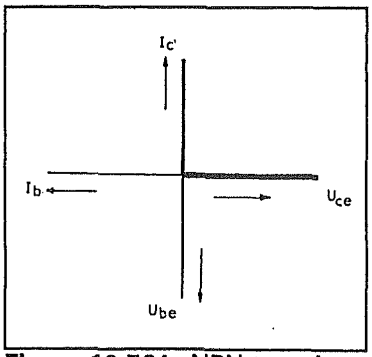
De karakteristieken van een NPN-transistor

Een normale NPN-transistor kan worden voorgesteld door een "zwart doosje" met een ingang en een uitgang. De ingang wordt gestuurd met een positieve basisstroom I_b, waardoor er tussen de ingang en de massa een positieve ingangsspanning U_{be} ontstaat. De ingangsstroom vloeit naar de transistor. Deze ingangsstroom heeft tot gevolg dat er ook een collectorstroom I_c gaat vloeien. Ook deze uitgangsstroom vloeit naar de transistor. Het gevolg is dat er tussen de positieve collector en de emitter een uitgangsspanning ontstaat, die men U_{ce} noemt.

Bij het benoemen van de spanningen wordt van de volgende afspraak uitgegaan. Een spanning moet steeds gemeten worden tussen twee punten. Bovendien maakt het uit welk punt men als referentie beschouwt. Dit punt wordt met de "MASSA" of de "COMMON" van de meter verbonden. Men moet dus aangegeven welk punt het meetpunt en welk punt de referentie is. Als men het heeft over de spanning U_{ce}, dan duidt de eerste kleine letter $_c$ het meetpunt aan en de tweede kleine letter $_e$ de referentie. In dit geval wordt dus de collectorspanning gemeten en de emitterspanning verbonden met de "COMMON" van de meter. Een tweede afspraak is de manier waarop men de karakteristieken benoemd. Een van de karakteristieken, zo zal dadelijk blijken, geeft het verband tussen de collectorstroom I_c en de collector/emitterspanning U_{ce}. Men spreekt dan van de **$I_c = f(U_{ce})$-karakteristiek** die het verloop van de collectorstroom geeft ***in functie van*** de collector/emitterspanning.

Tussen de vier gedefinieerde basisgrootheden I_b, U_{be}, I_c en U_{ce} van de NPN-transistor bestaan bepaalde relaties. Een verandering van de ene grootheid heeft onmiddellijk veranderingen van minstens één andere grootheid tot gevolg. Bovendien is een transistor een niet-lineair element. Het verband tussen spanning en stroom voldoet niet aan de wet van Ohm. Toch is het zeer belangrijk om de onderlinge relatie tussen de beschreven grootheden te kennen. Aan de hand van die wetenschap kan men immers de transistortrap berekenen, hetgeen wil zeggen dat men de basis-, collector- en eventueel emitterweerstanden kan berekenen om een bepaalde stroom en een bepaalde spanning aan de uitgang te verkrijgen. Het niet-lineaire gedrag van een transistor kan uitstekend in een paar wiskundige formules beschreven worden. Die formules zijn echter zeer ingewikkeld en vandaar alleen maar bruikbaar om studenten lastig mee te vallen. Bij het ontwerpen van transistorschakelingen heeft men er echter niets aan. Vandaar dat de wiskundige formules steeds worden vertaald naar grafieken. Iedere grafiek geeft op een grafische manier het verband weer tussen twee van de vier besproken grootheden. Dit noemt men de karakteristieken van de bipolaire NPN-transistor.

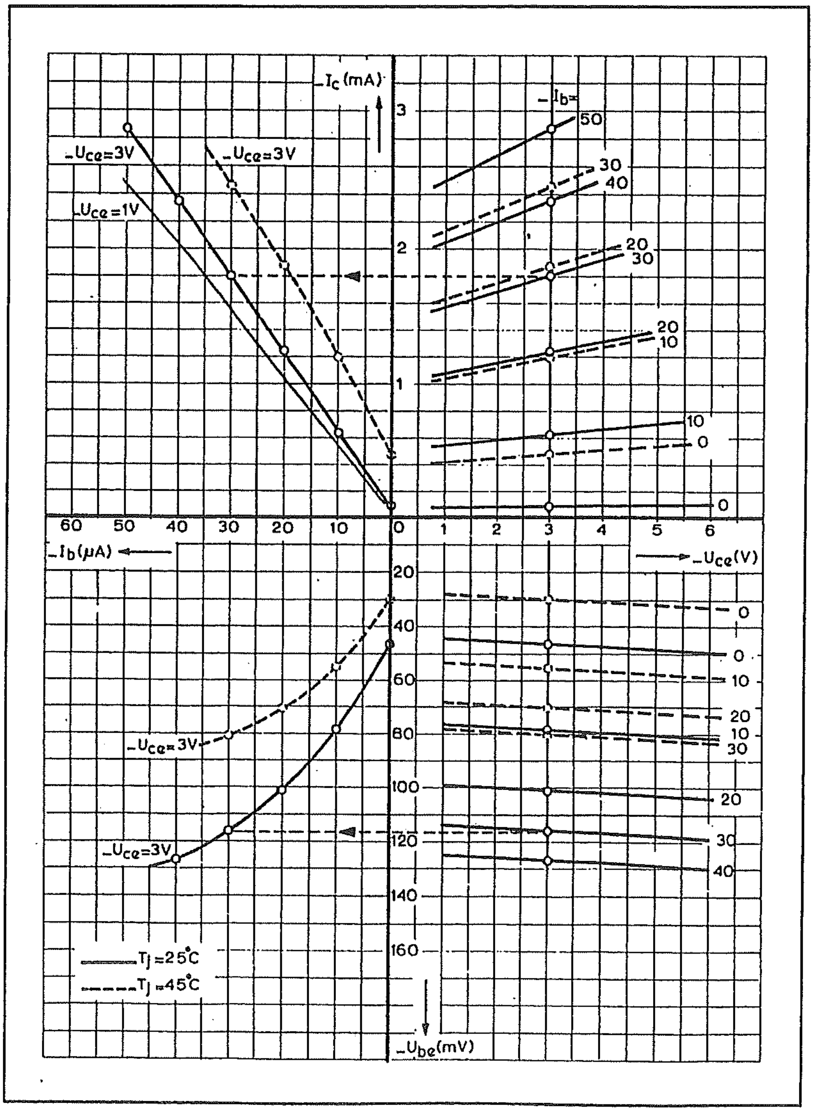
De vier karakteristieken geven:
- het verband tussen U_{be} en I_b;
- het verband tussen I_b en I_c;
- het verband tussen I_c en U_{ce};
- het verband tussen U_{ce} en U_{be}.



Figuur 10-764: NPN-transistor (2).

De vier karakteristieken hebben dus assen gemeen. Vandaar dat de karakteristieken niet afzonderlijke moeten worden getekend, maar kunnen

ondergebracht in het assenkruis van figuur 10-764.
In de figuur staat aangegeven welke assen gebruikt worden voor het definiëren van welke grootheden. Dit is een standaard indeling, die door iedere transistorfabrikant wordt gevolgd. In figuur 10-765 zijn als voorbeeld de karakteristieken van een bepaalde standaard PNP-transistor getekend. Hieruit blijkt dat iedere karakteristiek uit meer dan een curve bestaat. In de $I_c = f(U_{ce})$-karakteristiek zijn bijvoorbeeld vijf curves getekend. Iedere curve komt overeen met een bepaalde basisstroom I_b. Deze beïnvloeding van de twee uitgangsgrootheden I_c en U_{ce} door de ingangsgrootheid I_b wordt veroorzaakt door interne terugkoppelingen in de transistor. Dat is een gevolg van ingewikkelde natuurkundige verschijnselen in het halfgeleiderkristal, waarvan de verklaring heel diep in de vaste-stof fysica verborgen zit en ver buiten de opzet van deze encyclopedie ligt.

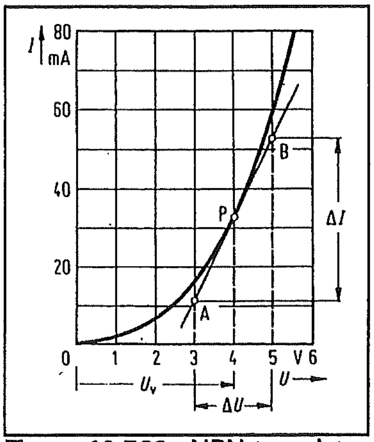


Figuur 10-765: NPN-transistor (3).

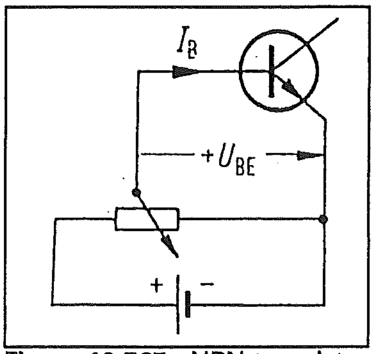
Tot de belangrijkste eigenschappen van iedere NPN-transistor behoren zonder meer de ingangs- en de uitgangsweerstand. Deze worden respectievelijk R_{be} en R_{ce} genoemd. Nu is het zo dat dit geen constante weerstanden zijn. Dat is een rechtstreeks gevolg van de niet-lineaire karakteristieken van een transistor. Men kan dus niet spreken van dé ingangsweerstand, maar van de ingangsweerstand bij een bepaalde in- of uitgangsstroom. Men kan deze weerstanden niet zonder meer met een universeelmeter meten. Bovendien is men niet erg geïnteresseerd in de weerstandswaarden als men de transistor stuurt met een gelijkstroom. In de praktijk moet de halfgeleider immers wisselspanningen versterken. Het gevolg is dat er wisselstromen door de transistor vloeien. De interessante waarden van de weerstanden zijn nu net deze, die ontstaan als er wisselstromen door de transistor vloeien. Een wisselstroom is op te vatten als een schommeling rond een gemiddelde waarde. De stroom neemt eerst af en daarna weer toe. Dat is een ***dynamisch*** verschijnsel, in tegenstelling tot het vloeien van een constante gelijkstroom dat een ***statisch*** verschijnsel is. Vandaar dat men de gezochte weerstanden ***dynamische weerstanden*** noemt. Deze worden voorgesteld door de symbolen r_{be} en r_{ce}. De kleine letters r duiden er op dat dit weerstanden zijn die gemeten kunnen worden als de transistor wisselstromen verwerkt. De weerstanden die optreden bij een constante gelijkstroom noemt men de statische weerstanden. Het is niet zo gemakkelijk om de dynamische weer-

standen experimenteel te bepalen. Maar als men de karakteristieken van de NPN-transistor heeft opgesteld, kan men op een heel eenvoudige grafische manier deze weerstanden voor ieder punt van de karakteristiek bepalen. Hoe dat gebeurt is geschetst in figuur 10-766. In deze grafiek is het verband getekend tussen de spanning U over een weerstand en de stroom I die door de weerstand vloeit. Zoals blijkt uit de grafiek is dit verband niet lineair. Nu weet men uit de wet van Ohm dat het verband tussen spanning en stroom overeen komt met de weerstand. Het verloop van de grafiek geeft dus in feite het verloop weer van de weerstand! Stel dat men de dynamische weerstand wil bepalen in het punt P, als de gemiddelde spanning over de weerstand (U_v) gelijk is aan 4 V.

- Men trekt als eerste handeling de raaklijn aan de grafiek in het punt P. Dat is een lijn die de curve alleen in het punt P raakt en verder nergens. Deze lijn is aangegeven met AB.
- Vervolgens neemt men een klein spanningsverschil (in dit geval 1 V) en trekt dit af respectievelijk telt het op bij de spanning in punt P. In het voorbeeld krijgt men dus spanningen van 3 V en van 5 V. Dit spanningsbereik van 3 V tot 5 V noemt men, als gevolg van een wiskundige afspraak, ΔV. Dit wordt uitgesproken als "delta-V" en hiermee wordt in het algemeen een klein spanningsverschil aangegeven.
- Dit spanningsverschil ΔV komt overeen met een bepaald stroomverschil ΔI. Dit kan men uit de grafiek aflezen door de snijpunten te bepalen van de verticale lijnen bij 3 V en bij 5 V met de raaklijn. Dat zijn de punten A en B. Uit deze punten trekt men horizontale lijnen naar de stroom-as, leest de stromen af en berekent ΔI als het verschil tussen de stroom in punt B en de stroom in punt A.



Figuur 10-766: NPN-transistor (4).



Figuur 10-767: NPN-transistor (5).

Als de spanning over de weerstand met een bedrag ΔV varieert, zal de stroom door de weerstand met een bedrag ΔI variëren. Door deze spanning te delen door de stroom krijgt men, geheel volgens de wet van Ohm, de dynamische weerstand voor het instelpunt P:

r = ΔU/ΔI

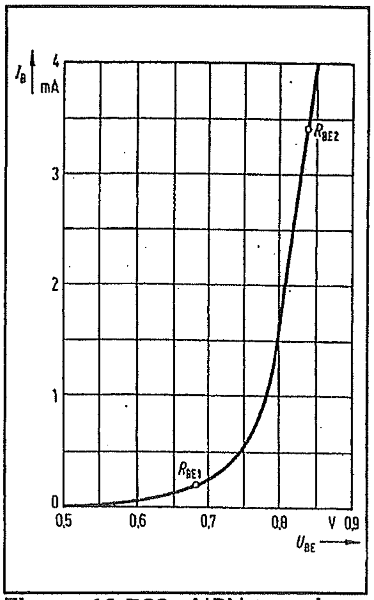
De statische weerstand voor elk punt van de grafiek is natuurlijk te berekenen door de spanning die met dit punt overeen komt te delen door de stroom bij dat punt:

R = U/I

Op deze manier kan men uit de karakteristieken van een NPN-transistor de statische en dynamische ingangs- en uitgangsweerstanden bepalen.

De $I_b = f(U_{be})$-karakteristiek

Deze karakteristiek, die de ***ingangskarakteristiek*** wordt genoemd, kan opgesteld worden aan de hand van de meetopstelling van figuur 10-767.
Over een batterijtje wordt een potentiometer geschakeld. Op de loper kan dus een regelbare spanning worden afgetakt. Deze spanning wordt gemeten en aangesloten tussen de basis en de emitter en vormt dus de U_{be} van de transistor. De stroom I_b die in de basis vloeit kan men een ampèremeter worden gemeten. De meting gaat als volgt. Men stelt de spanning in op bijvoorbeeld 0,1 V.
Men meet de bijbehorende basisstroom.



Figuur 10-768: NPN-transistor (6).

Vervolgens laat men de spanning in stappen van 0,1 V stijgen en meet steeds de stroom. Op een bepaald moment zal men merken dat de basisstroom flink gaat stijgen. Men moet dan natuurlijk de meting stop zetten, omdat anders de transistor beschadigd wordt. Men heeft nu een aantal meetparen die ieder bestaan uit een spanning en een stroom. Deze kan men in grafiek uitzetten. Het gevolg zal er ongeveer uitzien als getekend in figuur 10-768.

Uit de ingangskarakteristiek kan men, op de beschreven raaklijn-manier, de dynamische ingangsweerstand r_{be} van de transistor in verschillende punten bepalen. De meeste NPN-transistoren hebben dynamische weerstanden die variëren tussen 50 Ω en 50 kΩ. Men kan dus rustig stellen dat een transistor een kleine weerstand te bieden heeft aan de te versterken signaalspanning. Vandaar dat men zegt dat een transistor met wisselstroom gestuurd moet worden en niet met wisselspanning.

De $I_c = f(I_b)$-karakteristiek

Deze karakteristiek, die men de ***stuurkarakteristiek*** noemt, is een zeer belangrijke curve, omdat hieruit de statische en dynamische stroomversterkingen afgeleid kunnen worden. De verhouding tussen I_b en I_c bepaalt immers een versterking van de eenheid stroom! Voor het opstellen van de stuurkarakteristiek maakt men gebruik van de meetopstelling van figuur 10-769.

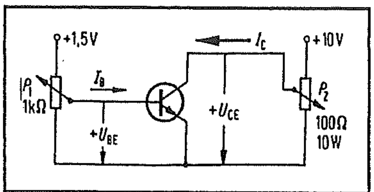
Tussen de basis en de emitter wordt een instelbare spanningsbron aangesloten, voorgesteld door de potentiometer P1 die aangesloten is op een batterij. Hetzelfde geldt voor de collector/emitterkring. Bij het meten van deze grafiek is het namelijk zeer belangrijk dat dit gebeurt bij een constante collector/emitterspanning! Zowel de basis- als de collectorstromen worden gemeten. Men begint de meting met de potentiometer P1 zo in te stellen dat er een bepaalde stroom, stel 10 μA, in de basis vloeit. Men verdraait vervolgens P2 tot de spanning tussen collector en emitter gelijk is aan de waarde waarbij men de karakteristiek wil opstellen. Nu meet men de collectorstroom. Deze stappen herhaalt men voor verschillende waarden van de basisstroom. Iedere keer moet men de U_{ce} tot de constante waarde bij regelen. Men kan nu op de reeds bij de ingangskarakteristiek beschreven manier de meet-paren omzetten in een grafiek. Het resultaat zal er uitzien zoals voorgesteld in figuur 10-770.

De curve verloopt niet geheel lineair, waaruit men kan afleiden dat ook de stroomversterking van een transistor geen constante waarde heeft. De statische stroomversterking van de transistor wordt voorgesteld door B. Deze kan men bepalen door voor ieder punt van de curve de collectorstroom te delen door de basisstroom:

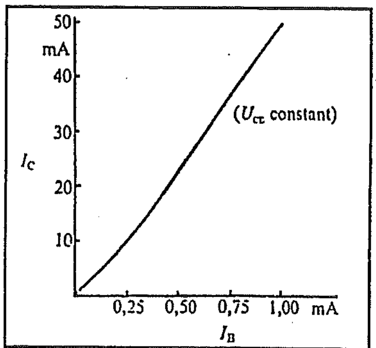
$B = I_c/I_b$

De dynamische stroomversterking kan men op de reeds beschreven raaklijnmethode bepalen. Deze stroomversterking wordt β genoemd. Dit is een Griekse letter die als "bèta" wordt uitgesproken. Het zal duidelijk zijn dat deze stroomversterking wordt uitgedrukt door de formule:

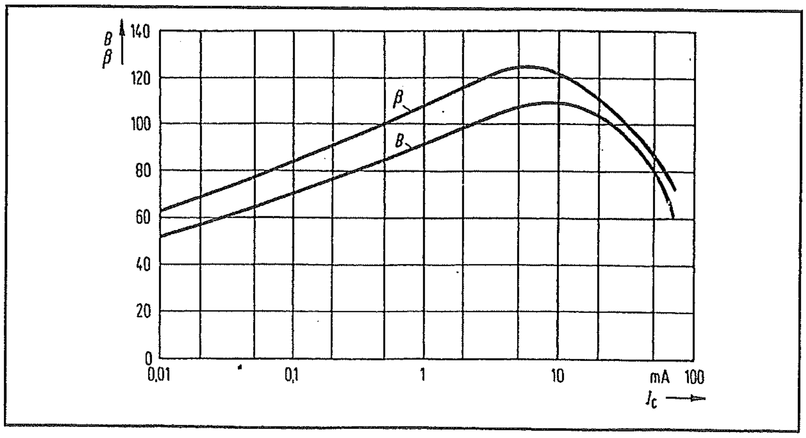
$\beta = \Delta I_c/\Delta I_b$



Figuur 10-769: NPN-transistor (7).



Figuur 10-770: NPN-transistor (8).



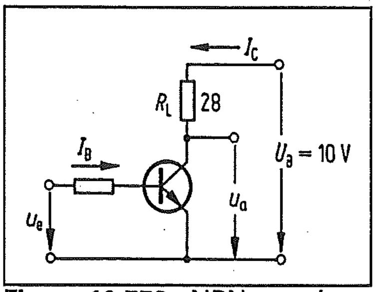
Figuur 10-771: NPN-transistor (9).

(wordt vervolgd)

Het is van belang het verloop van beide stroomversterkingen in functie van de collectorstroom op te stellen. In de meeste gevallen ziet deze karakteristiek er uit zoals getekend in figuur 10-771.
Let er op dat de stroom-as niet lineair is ingedeeld, maar logaritmisch. Uit deze grafiek kan men vaststellen dat de versterkingsfactoren B en β het grootst zijn voor stromen rond 10 mA. Voor kleine stromen kan de waarde van de versterking tot meer dan de helft van de maximale waarde dalen. Hetzelfde geldt in nog grotere mate voor grote stromen. Bij een collectorstroom van 5 A kan de stroomversterking van een NPN-transistor gedaald zijn tot minder dan tien! Vandaar dat transistoren, die flinke collectorstromen moeten verwerken (voedingen en eindtrappen) vrijwel nooit in hun eentje staan. Voor de eigenlijke eindtransistoren staan drivertransistoren, die flinke basisstromen in de eindtrap kunnen pompen.
Deze grote basisstromen zijn uiteraard noodzakelijk vanwege de kleine stroomversterking bij grote collectorstromen. Het niet constant zijn van de stroomversterking van een transistor is een eigenschap waar nuttig gebruik van wordt gemaakt. Een van de typische toepassing van deze eigenschap is de automatische sterkteregeling in MF-versterkers van radio's.

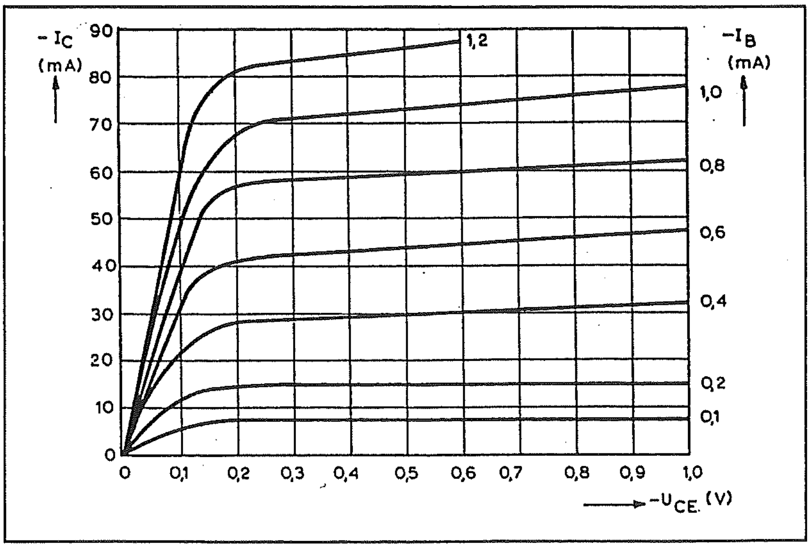
De $I_c = f(U_{ce})$-karakteristiek

Deze karakteristiek wordt de ***uitgangskarakteristiek*** van de NPN-halfgeleider genoemd. Ook dat is een zeer belangrijke karakteristiek, omdat deze wordt gebruikt voor het instellen van een transistortrap. De uitgangskarakteristiek wordt gemeten met de meetschakeling van figuur 10-772.



Figuur 10-772: NPN-transistor (10).

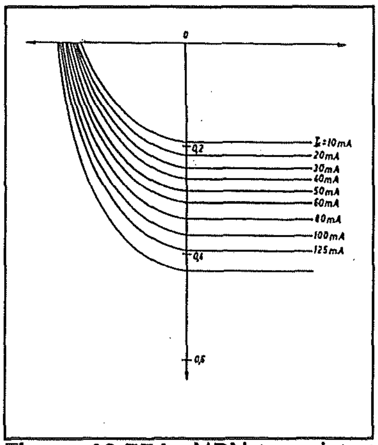
Omdat de uitgangskarakteristiek in hoge mate afhankelijk is van de basisstroom, moet men in ieder geval een aantal karakteristieken opmeten, ieder bij een bepaalde constante basisstroom. Vandaar dat de basis via een voorschakelweerstand wordt aangesloten op een regelbare voeding. Hetzelfde gebeurt met de collector. In de basis en de collector worden stroommeters opgenomen. Over de collector/emitter wordt een spanningsmeter geschakeld. Men verdraait nu de voeding aan de ingang tot de basisstroom de gewenste waarde heeft bereikt. Vervolgens verdraait men de voeding aan de uitgang tot de collector/emitterspanning gelijk is aan 0,1 V. Deze waarde wordt genoteerd, evenals de daarbij horende collectorstroom. Men herhaalt nu de meting voor een U_{ce} van 0,2 V. Uiteraard de basisstroom op de constante waarde houden! Men herhaalt deze metingen per 100 mV tot men merkt dat de collectorstroom niet erg stijgt. Men kan dan nog enige punten meten met verder uit elkaar liggende U_{ce}'s, bijvoorbeeld om de volt. Vervolgens worden de metingen herhaald met een andere constante basisstroom. In totaal kan men bijvoorbeeld een achttal curves opmeten, bij basisstromen van 0,1 mA, 0,2 mA, 0,4 mA, 0,6 mA, 0,8 mA, 1 mA, 1,2 mA en 1,4 mA. Het resultaat is geschetst in figuur 10-773.
Opmerkenswaard is dat de uitgangskarakteristiek van een bipolaire NPN-transistor veel gelijkenis vertoont met deze van een triode-buis, maar ook met deze van een FET. Vandaar dat het ontwerpen van versterkertrappen met bipolaire NPN-transistoren, buizen en FET's in grote lijnen op dezelfde manier



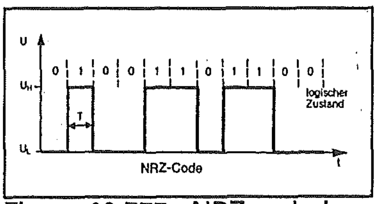
Figuur 10-773: NPN-transistor (11).

gaat en de schakelingen in feite identiek zijn. Uit de uitgangskarakteristiek kan men uiteraard de statische en dynamische uitgangsweerstand van de transistor op de reeds beschreven raaklijn-manier berekenen. Men zal dan vaststellen dat deze waarde sterk varieert in functie van de U_{ce} en wel tussen ongeveer 50 Ω en 50 kΩ. Het platte deel van de karakteristieken komt overeen met een vrijwel constante uitgangsweerstand.

De $U_{be} = f(U_{ce})$-karakteristiek
Deze karakteristiek, die men de ***reactiekarakteristiek*** noemt, is de minst belangrijke. In de meeste gevallen wordt deze niet eens gemeten. De grafiek is erg afhankelijk van de collectorstroom, zodat als men meet, men minstens tien curves moet meten voor tien verschillende constante collectorstromen. Het typische verloop van de karakteristiek is getekend in figuur 10-774.



Figuur 10-774: NPN-transistor (12).



Figuur 10-775: NRZ-codering.

Merk op dat de karakteristiek niet door de nul gaat als U_{ce} gelijk is aan nul! Men moet U_{ce} ompolen om de U_{be} nul te krijgen. In de algemene karakteristieken wordt alleen het positieve deel van de grafiek weergegeven.

NRZ-codering Een bij harde schijven toegepaste codering om een seriële datastroom zo efficiënt mogelijk op te slaan op het magnetisch oppervlak van de schijf. NRZ staat voor "Non Return to Zero". Dit betekent dat het signaal dat naar de koppen wordt gestuurd niet verandert als meerdere keren achter elkaar het logisch niveau "L" of "H" in de datastroom voorkomt. Het signaal dat naar de kop wordt verstuurd verandert wel van waarde als er een verandering in het logisch niveau in de datastroom optreedt. Deze techniek is vrij efficiënt, maar er kunnen problemen optreden als er in de datastroom veel nullen of enen achter elkaar voorkomen. De werking van de NRZ-codering is voorgesteld in figuur 10-775. Deze codering wordt bijvoorbeeld toegepast bij de ESDI-interface die de harde schijf met de PC verbindt.

NT Afkorting van "New Technology". Een verdere ontwikkeling van Windows versie 3.1 voor de professionele markt. Windows NT was bedoeld voor krachtige netwerkstations en netwerkservers. De eerste versie was Windows NT 3.1, uitgebracht medio 1993. Daarna kwam versie 3.5, en de laatste is Windows NT 4.0. Windows 3.1 was in feite nog een echt DOS-programma, maar Windows NT was vanaf het begin een echt en volledig besturingssysteem. Het ziet er weliswaar uit als de Windows 3.1, maar onder dat uiterlijk schuilt totaal andere software.
Oorspronkelijk werkte Microsoft met IBM samen om dit besturingssysteem te ontwikkelen. De originele naam voor Windows NT was dan ook OS/2 NT. De letters NT staan hierbij voor New Technology. Microsoft besloot echter de beste programmeur van IBM (David Cutler) uit te kopen en het besturingssysteem exclusief voor zichzelf te ontwikkelen. Zeker toen bleek dat Windows 3.1 een groot succes werd, werd besloten om het uiterlijk van Windows NT op dat van Windows 3.1 te baseren.
Na de breuk met IBM was het tevens de bedoeling van Microsoft dat Windows NT op meer typen computers zou draaien dan uitsluitend op IBM-compatible systemen. Daarom werd er voor gekozen het nieuwe besturingssysteem in de programmeertaal C te schrijven, omdat deze code gemakkelijk opnieuw te compileren is voor andere processors. Cutler voorspelde dat Windows NT rond 1991 klaar zou kunnen zijn. Dat werd uiteindelijk bijna twee jaar later, maar op 17 juli 1993 werd Windows NT 3.1 dan toch gelanceerd, een paar maanden later al gevolgd door Windows NT 3.5. In 1996 werd Windows NT 3.51 opgevolgd door Windows NT 4.0, dat uiterlijk erg leek op het eerder gelanceerde Windows 95. Windows NT is echter een geheel ander besturingssysteem dan Windows 95. De handelingen, werkwijzen en installatie van hard- en software lijken wel wat op elkaar, maar wijken op veel punten toch af.
De daaropvolgende versie van NT werd niet onder die naam gepresenteerd, maar onder de naam Windows 2000. Hiermee

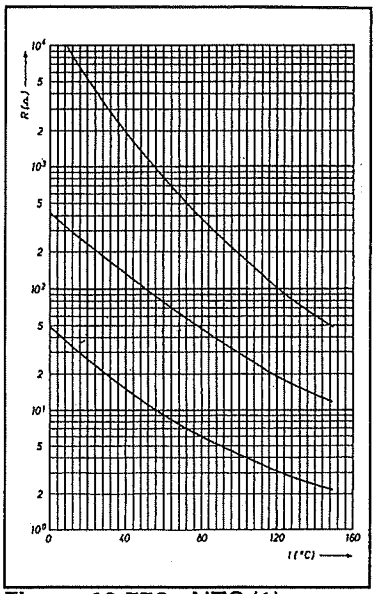
werd de ontwikkeling van Windows 95/98/NT stopgezet. Windows NT was primair bedoeld als besturingssysteem voor netwerken. Beveiliging van gegevens op het netwerk was dan ook heel belangrijk. Hiervoor werd onder meer het eigen bestandssysteem NTFS (NT File System) ontwikkeld. NT was beschikbaar in versies voor computers die met Intel-processoren werken (de zogenaamde x86-systemen), Digital Alpha systemen, PowerPC-computers en processoren die werken volgens de MIPS RISC-instructieset. Hierbij kan Windows NT meerdere processors tegelijk besturen, twee tot vier processors in een computer.
Vanaf het begin is Windows NT in twee versies verkrijgbaar geweest:

- Windows NT Workstation voor eindgebruikers en kleinere netwerken;
- Windows NT Server voor zware servers in een omvangrijk netwerk dat uit verschillende domeinen bestaat.

De verschillen tussen deze twee versies blijken eigenlijk al uit de naamgeving. Windows NT Server is groter en zwaarder (en heeft ook een nog krachtiger computer nodig) dan Windows NT Workstation. Bovendien is NT Server een stuk duurder dan de Workstation versie.
In de toenmalige visie van Microsoft bestaat een ideaal netwerk uit een servermachine met NT-Server en netwerkstations waarom NT Workstation is geïnstalleerd. Het netwerk kan daarbij in domeinen en clusters worden verdeeld waarbij voor elk domein andere regels gelden. Netwerken kunnen binnen een gebouw of kantoor staan, maar ook tussen kantoren in verschillende steden of zelfs wereldwijd kan een netwerk worden aangelegd.
Met de omschakeling van Windows NT naar Windows 2000 zijn de aanduidingen "Server" en "Workstation" vervallen. Men spreekt nu van:

- Windows 2000 Professional (voorheen Windows NT Workstation);
- Windows 2000 Server (voorheen Windows NT Server);
- Windows 2000 Advanced Server (voorheen Windows NT Server Enterprise Edition).

NTC Letterwoord voor "Negatieve TemperatuursCoëfficiënt". In de praktijk wordt deze term gebruikt voor het aangeven van weerstanden die een negatieve temperatuurscoëfficiënt hebben. Als grondstof voor de fabricage van NTC-weerstanden wordt gebruik gemaakt van oxyden uit de "ijzergroep", met name ijzer, chroom, kobalt, mangaan en nikkel. Hoewel deze stoffen op zich een onbruikbaar hoge soortelijke weerstand hebben wordt door menging met goede geleiders als lithium en titanium een bruikbare grondstof verkregen. Aan de poedervormige oxydes worden bindmiddelen toegevoegd, het mengsel wordt door middel van ceramische technieken omgezet tot schijfjes of staafjes. De elektrische aansluitingen worden verkregen door opdampen van metalen vlakken.
NTC's, die soms ook thermistoren worden genoemd, hebben een grote negatieve temperatuurscoëfficiënt. De weerstandswaarde daalt flink als het onderdeel verhit wordt. Uit de grafiek in figuur 10-776, die het verband geeft tussen temperatuur en weerstandsverloop, blijkt bovendien dat het verband niet lineair is.



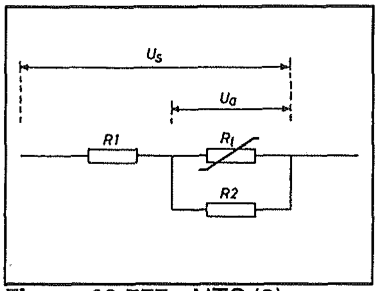
Figuur 10-776: NTC (1).

De relatie tussen weerstand en temperatuur verloopt exponentieel volgens de formule:
$R_t = R_n \cdot e^{B(1/T - 1/Tn)}$
waarbij:

- R_t de weerstand van de NTC is bij de temperatuur t;
- R_n de weerstand van de NTC is bij een bepaalde standaardtemperatuur, meestal 25 °C.
- B een constante is die in eerste instantie wordt bepaald door de afmetingen en de vorm van de NTC;
- T de omgevingstemperatuur, uitgedrukt in graden Kelvin is;
- e gelijk is aan 2,718.

NTC's worden in de praktijk vaak gebruikt voor het meten van temperaturen. Als de uitlezing digitaal gebeurt moet er echter een lineair verband bestaan tussen de temperatuur en de weerstandsvariatie. Vandaar dat het noodzakelijk is de NTC te lineariseren. Gezegd moet worden dat dit niet over het volledige bruikbare temperatuurbereik kan. Een gebied van 50 tot 100 graden is het maximum, afhankelijk van de lineariteitsgrenzen die men stelt! In de praktijk zal men

steeds een klein gebied moeten kiezen en het verband tussen weerstand en temperatuur rond dit gebied lineariseren. In figuur 10-777 is de standaard manier gegeven. De NTC wordt opgenomen in een serie/parallel schakeling $R_1/R_t/R_2$.



Figuur 10-777: NTC (2).

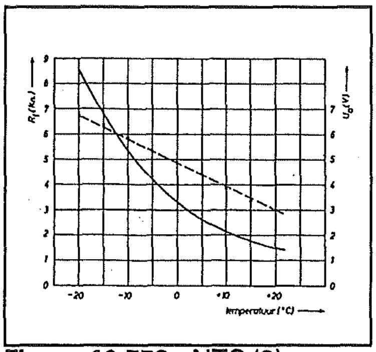
De verhouding tussen de spanning U_S over de totale kring en de spanning U_a over de NTC wordt gegeven door de formule:

$U_a = U_s/(R_1(1/R_t + 1/R_2) + 1)$

Hierbij is:

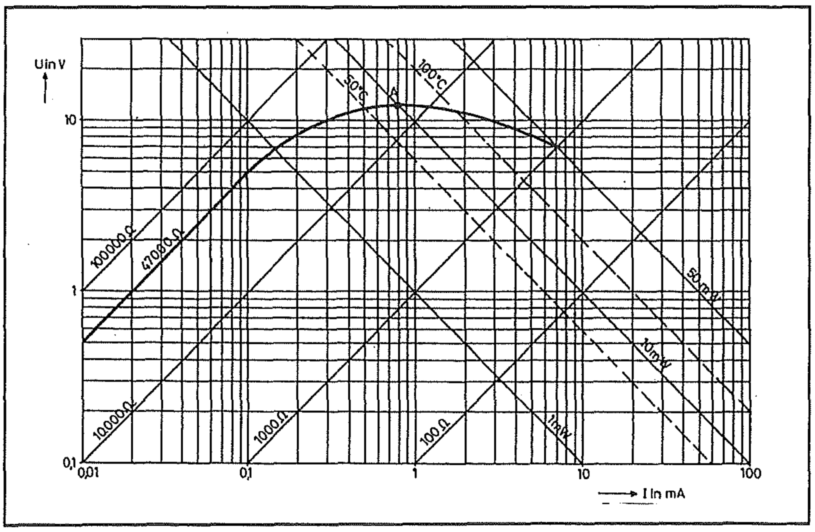
- R_t de weerstand van de NTC in het midden van het te lineariseren bereik;
- R_1 de serieweerstand waarvan de waarde gelijk is aan R_t;
- R_2 de parallelweerstand, waarvan de waarde gelijk is aan 10 x R_t.

In figuur 10-778 is het effect van zo'n linearisering getekend. De volle grafiek geeft het normale weerstandsverloop van een NTC, de gestippelde grafiek hetzelfde verloop na linearisering.



Figuur 10-778: NTC (3).

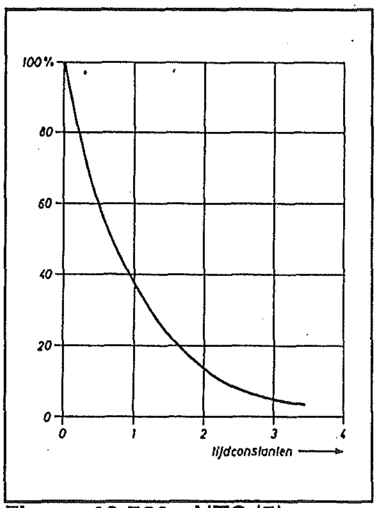
Met de dissipatiefactor wordt het gedissipeerde vermogen bedoeld dat nodig is om de NTC één graad in temperatuur te laten stijgen. Deze grootheid bepaalt dus in feite de gevoeligheid van het onderdeel. Deze grootheid kan afgelezen worden uit de zogenaamde dissipatiegrafiek. Een voorbeeld van een dergelijke grafiek is getekend in figuur 10-779. Op punt A bedraagt de temperatuur 65 °C en is het gedissipeerde vermogen gelijk aan 10 mW. Uitgaande van de standaardtemperatuur van 25 °C kan men stellen dat er 10 mW nodig is om een temperatuursstijging van 45 graden te krijgen. Waaruit volgt dat de dissipatiefactor gelijk is aan 0,25 mW.



Figuur 10-779: NTC (4).

Bij een plotselinge variatie van de buitentemperatuur duurt het een bepaalde tijd alvorens de NTC zich op de nieuwe omstandigheid gestabiliseerd heeft. Om dit verschijnsel te definiëren heeft men het begrip "thermische tijdconstante" ingevoerd. Deze grootheid geeft de tijdsduur aan waarin het temperatuursverschil tussen omgeving en NTC nog 38 % bedraagt.

In figuur 10-780 is het verband gegeven tussen de procentuele benadering van de NTC-temperatuur ten opzichte van de omgevingstemperatuur en het aantal thermische tijdconstanten dat dit proces in beslag neemt.



Figuur 10-780: NTC (5).

"Normale" NTC-weerstanden worden in schijf- en in staafvorm aangeboden. In figuur 10-781 is zo'n type voorgesteld. De schijfvormige NTC's

(wordt vervolgd)